

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**  
**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ТРАНСПОРТИРОВКИ И НАВЕДЕНИЯ**  
**ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**  
(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)
4	4/144	-	22	33	62	Экзамен, 27
Итого	4/144	-	22	33	62	Экзамен, 27

Владимир 2015

*Мед*

## **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целями освоения дисциплины «Проектирование систем транспортировки и наведения лазерного излучения» являются приобретение студентами теоретических и практических знаний и навыков разработки и использования систем, обеспечивающих подведение лазерного излучения к требуемому месту воздействия либо от источника к выходному элементу оптического тракта.

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

Дисциплина «Проектирование систем транспортировки и наведения лазерного излучения» относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока Б.1 ОПОП 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», «Математическое моделирование систем генерации и транспортировки лазерного излучения», «Менеджмент качества в лазерной технике и лазерных технологиях», «Проектирование электронных модулей управления лазерными системами», «Основы конструирования лазерных технологических комплексов», а также знаниях, полученных при прохождении технологической практики.

Основные положения дисциплины «Проектирование систем транспортировки и наведения лазерного излучения» используются при прохождении преддипломной практики и выполнении научно-исследовательской и выпускной квалификационной работы.

Дисциплина введена в учебный план в рамках проекта «Новые кадры для ОПК» в 2015-м году по согласованию с Федеральным казённым предприятием «Государственный лазерный полигон "Радуга"».

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

В процессе изучения дисциплины «Проектирование систем транспортировки и наведения лазерного излучения» у обучающегося формируются следующие компетенции:

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 проводить технические расчеты по проектам, технико-экономическому и функционально-стоимостному анализу эффективности проектируемых приборов и систем, включая оценку инновационных рисков коммерциализации проектов (ПК-7);

готовностью проектировать системы транспортировки и наведения лазерного излучения (ДПК-8).

В результате освоения дисциплины «Проектирование систем транспортировки и наведения лазерного излучения» обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

1) Знать: классификацию систем транспортировки лазерного излучения (ПК-4), (ДПК-8); факторы, влияющие на конструкцию систем транспортировки и наведения лазерного излучения (ПК-4); методы расчета параметров и характеристик конструкций систем транспортировки и наведения лазерного излучения (ПК-7).

2) Уметь: использовать методы и инструменты разработки конструкций систем транспортировки и наведения лазерного излучения (ПК-7); использовать нормативно-техническую документацию в проектной деятельности (ПК-4); разрабатывать конструкторскую документацию (ПК-4); проводить технические расчёты для систем транспортировки и наведения лазерного излучения (ПК-7).

3) Владеть: современными средствами автоматизации проектирования систем транспортировки и наведения лазерного излучения (ПК-4)

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

№ 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 проблемы разработки систем транспортировки лазерного излучения.	4	1	-	-	2	-	-	6	-	1/50	Рейтинг-контроль №1
2	Средства автоматизации проектирования систем транспортировки и наведения лазерного излучения.	4	1-3	-	-	2	10	-	10	-	6/50	
3	Транспортировка лазерного излучения в технологических комплексах.	4	2-4	-	-	4	2	-	8	-	3/50	
4	Транспортировка лазерного излучения в открытом пространстве.	4	5	-	-	2	2	-	8	-	2/50	Рейтинг-контроль №2
5	Методы поддержки характеристик лазерного излучения при его транспортировке	4	6-7	-	-	4	4	-	10	-	4/50	

6	Принципы функционирования систем наведения лазерного излучения	4	8-9	-	-	4	6	-	10	-	5/50	Рейтинг-контроль №3
7	Проектирование и применение лидаров	4	10-11	-	-	4	9	-	10	-	6/46	
Всего		4	11	-	-	22	33	-	62	-	27/49	Экзамен (27 часов)

### **Практические занятия**

#### **Раздел 1. Классификация и проблемы разработки систем транспортировки лазерного излучения.**

- 1.1. Задачи, решаемые системами транспортировки и наведения лазерного излучения.
- 1.2. Классификация систем транспортировки лазерного излучения.
- 1.3. Параметры технического задания, определяющие дальнейший процесс разработки систем транспортировки и наведения лазерного излучения.

#### **Раздел 2. Средства автоматизации проектирования систем транспортировки и наведения лазерного излучения.**

- 2.1. Обзор средств автоматизации проектирования систем транспортировки и наведения лазерного излучения.
- 2.2. Основные возможности САПР ZEMAX, необходимые при разработке систем транспортировки и наведения лазерного излучения.

#### **Раздел 3. Транспортировка лазерного излучения в технологических комплексах.**

- 3.1. Роботизированные технологические комплексы лазерной обработки.
- 3.2. Принципы построения подсистем транспортировки лазерного излучения лазер-роботов.
- 3.3. Математические модели и алгоритмы управления подсистемами транспортировки лазерного излучения.
- 3.4. Дистанционное управление системами транспортировки и наведения лазерного излучения.

#### **Раздел 4. Транспортировка лазерного излучения в открытом пространстве.**

- 4.1. Проблемы передачи лазерного излучения в открытом пространстве.
- 4.2. Конструктивные особенности систем формирования и наведения лазерного пучка.

#### **Раздел 5. Методы поддержки характеристик лазерного излучения при его транспортировке**

- 5.1. Влияние особенностей закрытых оптических трактов на характеристики излучения.
- 5.2. Меры сохранения удовлетворительного качества пучка при его транспортировке до цели.

#### **Раздел 6. Принципы функционирования систем наведения лазерного излучения**

- 6.1. Математические принципы функционирования систем наведения лазерного излучения.
- 6.2. Конструктивные элементы систем наведения лазерного излучения.

6.3.Сопряжение оптических, механических и электронных узлов.

### **Раздел 7. Проектирование и применение лидаров**

7.1.Принципы функционирования лазерных измерителей дальности.

7.2.Конструктивные особенности лидаров различного назначения.

#### **Лабораторные занятия**

Лабораторная работа №1. Автоматизация проектирования систем транспортировки и наведения лазерного излучения в системе ZEMAX

Лабораторная работа №2. Автоматизация проектирования систем транспортировки и наведения лазерного излучения в системе AutoCAD

Лабораторная работа №3. Автоматизированные средства разработки конструкторской документации

Лабораторная работа №4. Проектирование системы транспортировки лазерного излучения для лазерного технологического комплекса

Лабораторная работа №5. Проектирование системы передачи лазерного излучения в открытом пространстве

Лабораторная работа №6. Проектирование системы транспортировки лазерного излучения при ограничениях на качество пучка

Лабораторная работа №7. Проектирование системы наведения лазерного излучения

Лабораторная работа №8. Проектирование лидара

Лабораторная работа №9. Подготовка конструкторской документации на разработанные системы

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

- с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов в учебном процессе дисциплины используются активные и интерактивные формы проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой: (контрольные аудиторские работы, индивидуальные домашние работы). В ходе практических занятий предполагается разбор в проблемном аспекте конкретных ситуаций возникновения и решения задач проектирования систем транспортировки и наведения лазерного излучения для конкретных технологических задач гражданского и военного назначения. Это имеет целью развития у студентов аналитического мышления и навыков разрешения проблемных ситуаций. В ходе лабораторных занятий на основе решения типовых задач развиваются навыки использования систем автоматизации и транспортировки лазерного излучения.

- самостоятельная (внеаудиторная) работа студентов включает закрепление теоретического материала при подготовке к выполнению индивидуальной домашней работы, к практическим и лабораторным занятиям. Основа самостоятельной работы – изучение литературы по рекомендованным источникам и конспекту лекций, решение выданных преподавателем задач.

- некоторые из практических занятий проводятся с использованием презентаций в мультимедийной аудитории с использованием компьютерного проектора. Студентам предоставляются в электронном формате методические указания по выполнению практических и лабораторных работ, а также по организации самостоятельной работы. Вопросы автоматизации проектирования систем наведения и транспортировки лазерного излучения решаются с использованием специализированной САПР Zemax.

- планируются лекции приглашенных специалистов из ФКП ГЛП «Радуга»

(г.Радужный), Института общей физики РАН (г.Москва).

## **6. 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 лабораторных работ и подготовка отчетов. Защита результатов лабораторных исследований.

2. Выполнение заданий практической и самостоятельной работы. Подготовка презентации и доклада. Выступление с докладом на секционном заседании и защита результатов выполненного исследования.

3. Участие в обсуждении докладов учащихся на секционных заседаниях в ходе практических занятий.

4. Выполнение заданий рейтингового контроля знаний.

### **Вопросы рейтинг-контроля**

#### **Рейтинг-контроль № 1**

1. Характеристики систем транспортировки лазерного излучения при лазерной резке.
2. Характеристики систем транспортировки лазерного излучения при лазерной сварке.
3. Характеристики систем транспортировки лазерного излучения при лазерной поверхностной термообработке.
4. Характеристики систем транспортировки лазерного излучения при лазерной гравировке.
5. Характеристики систем транспортировки лазерного излучения в системах лазерного целеуказания.
6. Характеристики систем транспортировки лазерного излучения в научных установках различного назначения.
7. Характеристики систем транспортировки лазерного излучения при реализации термоядерного синтеза.
8. Классификация систем транспортировки лазерного излучения.
9. Требования к оптическим элементам систем транспортировки лазерного излучения.
10. Особенности технических заданий на разработку систем транспортировки и наведения лазерного излучения.
11. Средства ZEMAX для проектирования оптических и механических элементов систем транспортировки и наведения лазерного излучения.
12. Средства AutoCAD для проектирования оптических и механических элементов систем транспортировки и наведения лазерного излучения.

#### **Рейтинг-контроль № 2**

1. Система передачи энергии на искусственный спутник Земли.
2. Система лазерной связи.
3. Лазерное сверхсжатие вещества.
4. Проблема турбулентности атмосферы при транспортировке лазерного излучения по открытым трассам.

5. Возможности лазерных систем различных типов для передачи энергии при различных метеорологических условиях.
6. Требования системам наведения на мишень.
7. Внеосевая трехканальная система формирования пучка на основе схемы Ломоносова- Гершеля.
8. Многоэлементные приемники лазерного излучения на основе фотоэлектрических преобразователей.
9. Эксперименты по организации передачи лазерного излучения в открытом пространстве.
10. Приёмники-преобразователи лазерного излучения.
11. Оценка КПД преобразования энергии при транспортировке лазерного излучения в открытом пространстве.
12. . Виды оптических потерь при транспортировке лазерного излучения по сложным оптическим трактам.
13. Нелинейные оптические элементы как средство поддержки характеристик лазерного излучения при его транспортировке.
14. Использование оптического волокна в системах транспортировки лазерного излучения.

### **Рейтинг-контроль № 3**

1. Наведение лазерного излучения как задача теории автоматического управления.
2. Методы оптимизации, используемые в системах наведения лазерного излучения.
3. Способы обеспечения приемлемого быстродействия при работе систем наведения лазерного излучения.
4. Требования к оптическим элементам систем наведения лазерного излучения.
5. Требования к механическим элементам систем наведения лазерного излучения.
6. Требования к электронным компонентам систем наведения лазерного излучения.
7. Принципы сопряжения оптических, механических и электронных узлов в системах наведения лазерного излучения.
8. Области применения лидаров.
9. Основные технологии, применяемые при производстве лидаров.
10. Структурная схема и принцип действия лидара.
11. Классификация лидаров.
12. Лидарный мониторинг атмосферы.
13. Лидарный мониторинг водной поверхности.
14. Принципы разработки сканирующей оптики.

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

### **Экзаменационные вопросы и задачи**

1. Задачи, решаемые системами транспортировки и наведения лазерного излучения.
2. Классификация систем транспортировки лазерного излучения.
3. Параметры технического задания, определяющие дальнейший процесс разработки систем транспортировки и наведения лазерного излучения.
4. Обзор средств автоматизации проектирования систем транспортировки и наведения лазерного излучения.

5. Основные возможности САПР ZEMAX, необходимые при разработке систем транспортировки и наведения лазерного излучения.
6. Основные возможности САПР AutoCAD, необходимые при разработке систем транспортировки и наведения лазерного излучения.
7. Роботизированные технологические комплексы лазерной обработки.
8. Принципы построения подсистем транспортировки лазерного излучения лазер-роботов.
9. Математические модели и алгоритмы управления подсистемами транспортировки лазерного излучения.
10. Дистанционное управление системами транспортировки и наведения лазерного излучения.
11. Проблемы передачи лазерного излучения в открытом пространстве.
12. Конструктивные особенности систем формирования и наведения лазерного пучка.
13. Влияние особенностей закрытых оптических трактов (манипуляторов) на характеристики излучения.
14. Меры сохранения удовлетворительного качества пучка при его транспортировке до цели.
15. Математические принципы функционирования систем наведения лазерного излучения.
16. Конструктивные элементы систем наведения лазерного излучения.
17. Сопряжение оптических, механических и электронных узлов.
18. Принципы функционирования лидаров.
19. Конструктивные особенности лидаров различного назначения.
20. Проблемы защиты интеллектуальной собственности при разработке систем транспортировки и наведения лазерного излучения.

#### **Вопросы к самостоятельной работе студента**

1. Устройства воздействия на волновой фронт.
2. Измерительные устройства для тестирования систем транспортировки и наведения лазерного излучения.
3. Устройства обработки информации о результатах измерений.
4. Система компенсации атмосферных искажений в реальном времени.
5. Система Грегори.
6. Виды аббераций волнового фронта.
7. Функция рассеяния точки.
8. Интерферометрия бокового сдвига.
9. Интерферометр с компенсатором в параллельном пучке лучей.
10. Интерферометр с компенсатором в расходящемся пучке лучей.
11. Функция передачи модуляции.
12. Виды экранирования поля зрачка.
13. Оптические системы с синтезированной апертурой.
14. Проблемы защиты интеллектуальной собственности при разработке систем транспортировки и наведения лазерного излучения

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

#### **а) основная литература:**



1. Вакс, Е. Д., Миленский, М. Н., Сапрыкин, Л. Г. Практика прецизионной лазерной обработки [Текст] / Е. Д. Вакс, М. Н. Миленский, Л. Г. Сапрыкин. — М.: Техносфера, 2013. — 696 с.; 12 с. цв. вкл. — ISBN 978-5-94836-339-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26901.html>
2. Скворцов, Л. А. Лазерные методы дистанционного обнаружения химических соединений на поверхности тел [Текст] / Л. А. Скворцов. — М.: Техносфера, 2014. — 208 с. — ISBN 978-5-94836-387-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31866.html>
3. Современная автоматика в системах управления технологическими процессами: Учебное пособие / В.П. Ившин, М.Ю. Перухин. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 400 с.: 60x90 1/16 + ( Доп. мат. znanium.com). - (ВО: Бакалавриат). (п) ISBN 978-5-16-005162-8 — Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=430323> .
4. Барский, А. Г. Оптико-электронные следящие и прицельные системы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Г. Барский. - М.: Логос, 2013. - 248 с. - (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-717-0 – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=468113>

**б) дополнительная литература:**

1. Булгаков А.Г., Воробьев В.А. Промышленные роботы. Кинематика, динамика, контроль и управление [Электронный ресурс] - М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2008.- 488 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8709.html>
2. Шапиро, Л. Компьютерное зрение [Электронный ресурс] / Л. Шапиро, Дж. Стокман; пер. с англ. - 2-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 752 с.: ил. - (Лучший зарубежный учебник). - ISBN 978-5-9963-1312-9 – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=441951> .
3. Якушенков, Ю. Г. Теория и расчет оптико-электронных приборов [Электронный ресурс] : учебник / Ю. Г. Якушенков . - 6-е изд., перераб. и доп. - М. : Логос, 2011. - 568 с. - ISBN 978-5-98704-533-6 – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=469679>

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

1. ZEMAX – система автоматизированного проектирования оптических устройств;
2. AutoCAD – система автоматизированного проектирования общего назначения;
3. КОМПАС-3D – семейство систем автоматизированного проектирования с возможностями оформления проектной и конструкторской документации согласно стандартам серии ЕСКД и СПДС.

**8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для представления материала, презентаций и докладов студентов используется оборудование с экраном для проекционных систем, проектором и ноутбуком.

Лабораторные и практические занятия проводятся в компьютерных классах, оснащенных необходимым программным обеспечением.

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 зав.баз.кафедры ЛСиК А.А. Антипов  
(ФИО, подпись)

Рецензент

(представитель работодателя)

Левый зам.нач. КИИКО-1  
(место работы, должность, ФИО, подпись)

СРКП "РЛП. Версия" Ланков М.А.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЛСиК

Протокол № 1 от 22.12.15 года

Заведующий кафедрой

(ФИО, подпись)

Антипов А.А.

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 № 59 от 22.12.15 года

Председатель комиссии

(ФИО, подпись)

Аракелян С.М.

### 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 \_\_\_\_\_