

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)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности



А.А. Панфилов

« 31 » 08 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ТРАНСПОРТИРОВКИ И НАВЕДЕНИЯ
ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ
(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 промежуточной аттестации (экзамен/зачет/зачет с оценкой)
3	5/180		36	18	126	Зачет с оценкой, КР
Итого	5/180		36	18	126	Зачет с оценкой, КР

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 вариативной части блока Б.1 ОПОП.

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.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
1	2	3
ПК-1	частично	Знать: <ul style="list-style-type: none">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; Уметь: <ul style="list-style-type: none">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; Владеть: <ul style="list-style-type: none">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;
ПК-2	частично	Знать: <ul style="list-style-type: none">методы и средства измерений параметров лазерного излучения;методы математического моделирования в области профессиональной деятельности;требования безопасности при проведении экспериментальных исследований лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем; Уметь: <ul style="list-style-type: none">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: <ul style="list-style-type: none">навыки целенаправленного планирования экспериментов;проведения математических и физических экспериментов в области профессиональной деятельности и анализа их результатов;

		<ul style="list-style-type: none"> • навыки использования средств автоматизации при проведении экспериментальных исследований;
ПК-7	частично	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • принципы функционирования электронных компонентов, используемых в системах управления лазерами; • физические принципы, лежащие в основе процессов, протекающих при распространении лазерного излучения через вещество; • основные принципы проектирования систем транспортировки лазерного излучения; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • проектировать электронные модули управления лазерными системами; • моделировать процессы эволюции лазерного излучения при его генерации и транспортировке; • проектировать конструктивные элементы систем транспортировки и наведения лазерного излучения; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками разработки и конструирования электронных модулей; • способностью составлять и оперировать математическими моделями распространения лазерного излучения; • навыками проектировки систем транспортировки и наведения лазерного излучения;

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем 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, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
1.	Введение. Классификация и проблемы разработки систем транспортировки лазерного излучения.	3	1-2		2		12	1/50	
2.	Средства автоматизации проектирования систем транспортировки и наведения лазерного излучения.	3	3-6		4		20	2/50	1-й рейтинг контроль
3.	Транспортировка лазерного излучения в технологических комплексах.	3	7-9		8	4	19	4/33,3	
4.	Транспортировка лазерного излучения в открытом пространстве.	3	10-13		6	6	18	6/50	2-й рейтинг контроль
5.	Методы поддержки характеристик лазерного излучения при его транспортировке	3	13-14		6	2	20	5/62,5	
6.	Принципы функционирования систем наведения лазерного излучения	3	15-16		4	4	13	3/37,5	
7.	Проектирование и применение лидаров	3	17-18		6	2	10	3/37,5	3-й рейтинг контроль
Наличие в дисциплине КП/КР		3	18	+					КР
Итого по дисциплине		3	18		36	18	126	24/44,4	Зачет с оценкой

Содержание практических занятий по дисциплине

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.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине

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

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «Менеджмент качества в лазерной технике и лазерных технологиях» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

- *Интерактивная лекция (тема №1, 7);*
- *Групповая дискуссия (тема №1-7);*
- *Анализ ситуаций (тема №3-5);*
- *Разбор конкретных ситуаций (тема №3-7).*

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

Текущий контроль успеваемости:

Вопросы к рейтинг-контролю №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.

Вопросы к рейтинг-контролю №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.

Вопросы к рейтинг-контролю №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.

Вопросы к зачету с оценкой:

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.

Примерный перечень курсовых работ:

1. Расчет оптических систем состоящих из двух различных оптических элементов;
2. Разработка и проектирование специализированного оборудования и технологии лазерного легирования;
3. Разработка и проектирование специализированного оборудования и технологии лазерной сварки;
4. Конструирование устройства управления лазерным излучением.

Вопросы для самостоятельной работы 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 аберраций 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

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
Основная литература*			
Таксанц, М. В. Энергетические параметры и характеристики лазерного излучения : методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Измерение и контроль параметров лазерного излучения» / М. В. Таксанц, Л. Н. Майоров. — Москва : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2014. — 54 с. — ISBN 978-5-7038-3847-1.	2014		http://www.iprbookshop.ru/31659.html
Жмудь, В. А. Электронные системы для прецизионного управления лазерным излучением : учебное пособие / В. А. Жмудь. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. — 435 с. — ISBN 978-5-7782-3325-6.	2017		http://www.iprbookshop.ru/91497.html
Либенсон, М. Н. Взаимодействие лазерного излучения с веществом (силовая оптика). Часть I. Поглощение лазерного излучения в твердых телах : учебное пособие / М. Н.	2015		http://www.iprbookshop.ru/65819.html

Либенсон, Е. Б. Яковлев, Г. Д. Шандыбина ; под редакцией В. П. Вейко. — Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2015. — 130 с. — ISBN 2227-8397.			
Поляков, Д. С. Методические рекомендации по выполнению практических заданий по курсу «Взаимодействие лазерного излучения с веществом» (Часть 1. Поглощение излучения в твердых телах) / Д. С. Поляков, Г. Д. Шандыбина, Е. Б. Яковлев. — Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2016. — 84 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL:	2016		http://www.iprbookshop.ru/67265.html
Дополнительная литература			
Тепловые, гидродинамические и плазменные эффекты при взаимодействии лазерного излучения с веществом : монография / Н. В. Бугров, О. М. Величко, Н. С. Захаров [и др.] ; под редакцией Н. С. Захаров, В. Д. Урлин, Н. И. Шенцев. — Саров : Российский федеральный ядерный центр – ВНИИЭФ, 2004. — 426 с. — ISBN 5-9515-0037-0.	2004		http://www.iprbookshop.ru/60870.html
Пахомов, И. И. Квантовая теория излучения. Взаимодействие излучения с веществом : учебное пособие / И. И. Пахомов, А. М. Хорохоров. — Москва : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2010. — 36 с. — ISBN 2227-8397.	2010		http://www.iprbookshop.ru/31423.html
Каспаров, К. Н. Фотоэмиссионный анализ оптического излучения : монография / К. Н. Каспаров. — Минск : Белорусская наука, 2011. — 171 с. — ISBN 978-985-08-1251-3.	2011		http://www.iprbookshop.ru/10092.html
Вакс, Е. Д. Практика прецизионной лазерной обработки / Е. Д. Вакс, М. Н. Миленский, Л. Г. Сапрыкин. — Москва : Техносфера, 2013. — 710 с. — ISBN 978-5-94836-339-4.	2013		http://www.iprbookshop.ru/26901.html

7.2. Периодические издания

1. Журнал «Квантовая электроника» – <https://www.quantum-electron.ru>
2. Журнал «Вестник воздушно-космической обороны» – <http://www.almaz-antey.ru/zhurnal-vestnik-kontserna-pvo-almaz-antey/>
3. Журнал «Автометрия» – <https://www.sibran.ru/journals/Avtometria>

7.3. Интернет-ресурсы

1. <https://elibrary.ru> – электронная библиотека научных публикаций
2. <http://laser-portal.ru> – портал о лазерах и лазерных технологиях
3. <https://topwar.ru> – новостной портал о новых разработках

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для полноценного преподавания дисциплины необходим комплект оборудования:

Современный компьютер с устойчивым скоростным каналом выхода в интернет с полным комплектом программ для работы офиса с возможность использовать электронные учебники и справочно-правовые системы, а также кодеки и флешплеер для изучения полезных медиа материалов, современный проектор для дневного использования, доска для проектора, доска для маркера.

Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий

Стандартно оборудованные лекционные аудитории, или оборудованные для проведения интерактивных лекций: компьютер, видеопроектор, экран настенный, доска для маркера, флипчарт, выход в интернет.

Требования к программному обеспечению учебного процесса:

1. Комплект программ: 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.

Рабочую программу составил Антипов А.А. ✓
(ФИО, подпись)

Рецензент
(представитель работодателя)
Ген. Директор ООО «ВладИнТех» Осипов А.В. _____
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЛСиК
Протокол № 1 от 31.08.2020 года ✓
Заведующий кафедрой _____
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
направления 12.04.05 «Лазерная техника и лазерные технологии»
Протокол № 1 от 31.08.2020 года
Председатель комиссии Аракелян С.М. _____
(ФИО, подпись)

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

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 _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год
Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года
Заведующий кафедрой _____