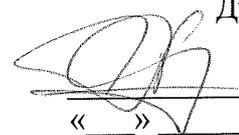


УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИФВТ



А. Н. Яковлев  
«    »    2016 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Лазерные технологические установки и комплексы

Направление (специальность) ООП: 12.04.02 «Оптотехника»

Профиль подготовки: «Фотонные технологии и материалы»

Квалификация: магистр

Базовый учебный план приема: 2016 г.

Курс 2, семестр 3

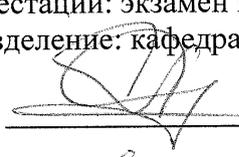
Количество кредитов: 6

Код дисциплины: М1.ВМ4.1.3

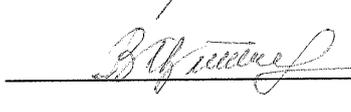
Виды учебной деятельности	ОФ
Лекции, ч	8
Практические занятия, ч	32
Лабораторные занятия, ч	24
Аудиторные занятия, ч	64
ИТОГО, ч	216

Вид промежуточной аттестации: экзамен и диф. зачет в 3-м семестре

Обеспечивающее подразделение: кафедра лазерной и световой техники

Заведующий кафедрой  к. ф.-м. н., доцент, А. Н. Яковлев

Руководитель ООП  д. ф.-м. н., профессор, В. И. Корепанов

Преподаватель  д. ф.-м. н., профессор, В. П. Ципилев

2016 г.

## **1. Цели освоения дисциплины**

В результате освоения дисциплины магистрант приобретает знания, умения и навыки, обеспечивающие достижение целей ЦД1 – ЦД5 по профилю подготовки «Фотонные технологии и материалы» в области обучения, воспитания и развития, соответствующие целям Ц1 – Ц5 основной образовательной программы 12.04.02 «ОпTOTехника».

ЦД1. Готовность к научно-исследовательской работе в области лазерной техники, лазерных технологий обработки материалов, применению лазеров в перспективных научных и прикладных исследованиях;

ЦД2. Готовность в проектно-конструкторской деятельности в области проектирования лазеров, лазерных установок, лазерных технологических комплексов;

ЦД3. Готовность к эксплуатации и ремонту современных лазерных установок и комплексов с соблюдением правил безопасности при производстве и ремонте, требований по защите окружающей среды;

ЦД4. Готовность к организационно-управленческой деятельности в области производства лазерной техники и оказания услуг технологического характера с ее использованием;

ЦД5. Готовность к самообучению и непрерывному профессиональному самосовершенствованию в отрасли лазерной техники и лазерных технологий.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Лазерные технологические установки и комплексы» относится к вариативной части вариативного междисциплинарного профессионального модуля ООП.

Дисциплине «Лазерные технологические установки и комплексы» предшествует освоение дисциплин (пререквизиты):

- Волоконнооптические технологии;
- Информационные технологии в светотехнике и оплотехнике;
- Современные проблемы в оплотехнике;
- Электротехническое обеспечение источников и приемников излучения.

Содержание разделов дисциплины «Лазерные технологические установки и комплексы» согласовано с содержанием дисциплин, изучаемых параллельно (кореквизиты):

- Корпускулярно-фотонные технологии;
- Расчет и проектирование оптико-электронных приборов;
- Спектральные методы исследования и анализа материалов.

### 3. Результаты освоения дисциплины

В соответствии с требованиями ООП и ФГОС 3+ освоение дисциплины направлено на формирование у студентов следующих компетенций (результатов обучения):

Таблица 1

#### Составляющие результатов обучения, которые будут получены при изучении данной дисциплины

Результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
Р3 (ПК-6,7,10)	3.3.2	знать принципы функционирования, построения и разработки структурных и функциональных схем оптоэлектронных, оптических, светотехнических, лазерных, оптоволоконных, корпускулярно-фотонных приборов, систем и комплексов	У.3.2	уметь формулировать цели и задачи проектирования в области светотехники, оптоэлектронных технологий и материалов	В.3.2	владеть опытом построения схем, разработки эскизов, чертежей
Р4 (ПК-8,9,10,11)	3.4.2	знать основы проектирования оптических и оптоэлектронных, лазерных, оптоволоконных систем с использованием средств компьютерного проектирования	У.4.2	уметь делать анализ и синтез типовых оптоэлектронных, оптических, приборов, систем и комплексов уметь проводить технические расчеты по проектам, технико-экономическому, функционально-стоимостному анализу эффективности проектируемых приборов и систем	В.4.2	владеть опытом использованием средств компьютерного проектирования при проведении расчетов оптических и оптоэлектронных систем
Р5 (ПК-9,12 – 17)	3.5.1	знать технологию сборки, юстировки, настройки оптоэлектронных, световых, облучательных, светотехнических, лазерных, оптоволоконных, корпускулярно-фотонных, систем и комплексов	У.5.1	уметь выбирать режимы сборки, выбирать или разрабатывать метод контроля качества сборки, изготовления деталей и узлов	В.5.1	владеть опытом использованием ИТ-технологий при разработке технической, технологической документации

Р6 (ОПК-2, ПК-3,11,15,16,21)	3.6.1	знать конструкцию, метрологические характеристики, области применения, режимы эксплуатации и другие параметры современного исследовательского, промышленного и бытового оптоэлектронного, оптоволоконного, лазерного, корпускулярно-фотонного, светотехнического оборудования	У.6.1	уметь анализировать возможности и области применения современного исследовательского, промышленного и бытового оборудования	В.6.1	иметь первоначальные навыки эксплуатации и обслуживания фотометрического, спектрального, лазерного, светотехнического, оптического оборудования
Р7 (ОК-1,2 ОПК-1,2 ПК-9)	3.7.1	Знать традиционные методы решения научных, технологических и проектно-конструкторских задач в области и светотехники, фотонных технологий и материалов, а также в смежных областях знаний, знать нерешенные проблемы и задачи светотехники, фотонных технологий и материалов, требующие абстрактного мышления и оригинального решения	У.7.1	Уметь применять творческие нестандартные подходы, новые знания и умения, в том числе в смежных областях, для решения проблемных задач в области светотехники, фотонных технологий и материалов	В.7.1	Владеть опытом обобщения, анализа, систематизации информации, самостоятельного решения научно-исследовательских, проектно-конструкторских, технологических задач, в том числе при выполнении выпускных квалификационных работ и курсовых
Р8 (ОК-3)	3.8.2	знать тенденции развития техники и технологии в современном обществе, направления и проблемы инновационного развития отрасли, предприятия	У.8.2	уметь самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода деятельности, в том числе при корректировке профиля своей профессиональной деятельности, адаптироваться к новым ситуациям	В.8.2	Владеть опытом самостоятельного приобретения с помощью информационных технологий новых знаний и умений в профессиональной области с целью повышения квалификации и расширения профессионального кругозора и их использования в практической деятельности новых знаний и умений
Р9 (ОПК-1, ПК-20,22,23)	3.9.1	знать основы менеджмента в области проектирования и производства оптической, оптоэлектронной и све-	У.9.1	Уметь использовать глубокие знания по менеджменту для ведения инновационной инженерной деятельности	В.9.1	Владеть опытом составления технической документации с учетом требований техники безопасности,

		товой, лазерной техники, основы энергосбережения и аудита в освещении				охраны окружающей среды и нормативных правовых актов экологической безопасности, экспертизы новых производственно-технологических процессов
P10 (ПК-18,24)	3.10.2	Знать особенности научной, проектной технологической деятельности, организации производства, корпоративной культуры в области светотехники и фотонных технологий и материалов	У.10.2	Уметь использование на практике знания законов организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом, быть ответственным за результаты решения научно-исследовательских и производственно-технологических задач	В.10.2	Владеть опытом проведения маркетинговых исследований, составления планов исследований, бизнес-планов выпуска и реализации продукции

В результате освоения дисциплины «Лазерные технологические установки и комплексы» студентом должны быть достигнуты следующие результаты:

Таблица 2

### Планируемые результаты освоения дисциплины

РД1	<b>знать</b> принципы работы, устройство и правила эксплуатации современных лазерных установок для научных и производственных целей
РД2	<b>уметь</b> проектировать лазерные установки и комплексы для решения существующих и перспективных задач науки и производства, включая
РД3	<b>владеть</b> навыками эксплуатации лазерного оборудования (установки и комплексы) для реализации различных режимов работы

## 4. Структура и содержание дисциплины

### Раздел 1. Физика работы лазеров

*В разделе обсуждаются физические процессы, обеспечивающие генерацию и усиление индуцированного излучения, и формирование модового состава лазерного излучения*

#### Темы лекционных и практических занятий:

1. Введение в дисциплину, ее цели и задачи;
2. Основные понятия лазерной физики (вынужденное излучение, инверсия населенности, усиление и генерация излучения).

Перечень лабораторных работ по разделу: нет

### Раздел 2. Основные параметры импульсно-периодических лазеров

*В разделе обсуждаются спектральные, временные и энергетические параметры газовых, жидкостных и твердотельных лазеров*

#### Темы лекционных и практических занятий:

1. Импульсные твердотельные лазеры (стержневые лазеры с ламповой и полупроводниковой накачкой, волоконные лазеры);
2. Параметры пучков излучения (энергия импульса, длительность импульса, спектральный состав, угловые характеристики) и связь между ними. Способы управления этими параметрами (длительностью, длиной волны, расходимостью).

Перечень лабораторных работ по разделу:

Лаб. работа № 1. Измерение энергетических и временных характеристик излучения лазера LQ-929 в составе многоканального исследовательского комплекса

### Раздел 3. Преобразование лазерных пучков

*В разделе обсуждаются методы и способы транспортировки мощного лазерного излучения на расстояние и фокусировка лазерных пучков на материале*

Темы лекционных и практических занятий:

1. Фокусировка лазерного пучка;
2. Транспортировка лазерного излучения;
3. Транспортировка по оптическому волокну.

Перечень лабораторных работ по разделу:

Лаб. работа № 2. Проведение синхронных измерений в лазерном исследовательском комплексе на базе лазера LQ-929

Раздел 4. Лазерная обработка материалов

*В разделе обсуждаются физические основы традиционных и аддитивных лазерных технологий, с привлечение основ численного расчета технологий*

Темы лекционных и практических занятий:

1. Физические процессы при лазерном импульсном нагреве материала;
2. Численное моделирование процессов взаимодействия импульсного лазерного излучения с веществом;
3. Импульсно-периодическая лазерная сварка, резка и размерная обработка металлов и диэлектриков, в т. ч. биотканей;
4. Лазерная гравировка металлов и диэлектриков;
5. Лазерное спекание порошков металлов и получение полиметаллических соединений (структур).

Перечень лабораторных работ по разделу:

Лаб. работа № 3. Изучение лазерного испарения пленок различной толщины

Раздел 5. Применение импульсных лазеров вне промышленности

*В разделе обсуждается применение импульсных лазеров в медицине, военной отрасли, перспективных научных исследований международного уровня (например, лазерном управляемом термоядерном синтезе)*

Темы лекционных и практических занятий:

1. Применение лазеров в промышленных технологиях и медицине;

2. Оптоволоконные лазерные быстродействующие системы силовых исполнительных устройств;

3. Методы и технология лазерной терапии и лазерной хирургии, эксимерная коррекция зрения

4. Лазерные комплексы в управляемом термоядерном синтезе

5. Применение импульсных лазеров в военном деле

Перечень лабораторных работ по разделу:

Лаб. работа № 4. Лазерное разрушение металлов и диэлектриков на лазерной установке Blacklight

Раздел 6. Состав и элементная база исследовательских ЛТК

*В разделе обсуждается состав лазерного технологического комплекса, сервисная аппаратура для его обслуживания и управления им*

Темы лекционных и практических занятий:

1. Структура комплексов (энергетический канал, каналы синхронизации и регистрации параметров);

2. Фотодетекторы с высоким временным разрешением;

3. Быстродействующие цифровые осциллографы;

4. Монохроматоры, спектрографы, акустические датчики и визуализаторы пучка;

5. Устройства и способы синхронных многопараметрических измерений.

Перечень лабораторных работ по разделу:

Лаб. работа № 5. Поверхностная и объемная гравировка с использованием лазерной установки МиниМаркер 2 M20

Лаб. работа № 6. Изучение режимов лазерной резки и гравировки с использованием лазерной установки Trotec Speedy 300

## 5. Образовательные технологии

При изучении дисциплины «Лазерные технологические установки и комплексы» используются следующие образовательные технологии:

Таблица 3

Методы \ ФОО	Лекц.	Лаб. раб.	Пр. зан./ сем.	Гр.*, Мк**	СРС	К. пр.***
IT-методы					+	
Работа в команде		+	+			
Case-study						+
Игра						
Методы проблемного обучения						
Обучение на основе опыта	+	+	+			
Опережающая самостоятельная подготовка					+	
Проективный метод						+
Поисковый метод						
Исследовательский метод						
Другие методы	+	+	+			+

Достижение результатов обучения осуществляется следующими мероприятиями. Основное содержание дисциплины излагается на обзорных лекциях. Усвоение материала в соответствии с программой производится студентом самостоятельно путем изучения материала по методическим пособиям, рекомендованной литературе, в том числе с использованием Интернет-ресурсов. Закрепление изученного материала, его детализация обеспечиваются на практических занятиях. Текущий контроль усвоения материала осуществляется путем проведения устного опроса.

## **6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

### **6.1. Виды и формы самостоятельной работы**

Самостоятельная работа студентов включает текущую и творческую проблемно-ориентированную самостоятельную работу (ТСР).

Текущая СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений и включает:

- работу с лекционным материалом;
- перевод материалов из тематических информационных ресурсов с иностранных языков;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- изучение теоретического материала к лабораторным занятиям;
- изучение инструкций к приборам и подготовке к выполнению лабораторных работ;
- подготовку к экзамену.

Творческая самостоятельная работа включает:

- подготовку доклада и сопровождение ее слайд-презентацией;
- поиск и анализ литературы и электронных источников информации по лекционному материалу;
- выполнение домашних заданий;
- участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

### **6.2. Содержание самостоятельной работы по дисциплине**

Темы, выносимые на самостоятельную проработку:

- Электрические схемы мощных импульсных лазеров;
- Разрушение оптических элементов при транспортировке мощного лазерного излучения;
- Передача лазерного излучения по оптическому волокну;
- Структура исследовательских комплексов;

- Фотодетекторы с высоким временным разрешением;
- Быстродействующие осциллографы (цифровые);
- Монохроматоры, спектрографы, акустические датчики, визуализаторы пучка;
- Передача мощного лазерного импульса в открытом пространстве;
- Лазерная маркировка инструмента и других изделий из металла, алюминиевых, медных и титановых сплавов;
- Типы импульсно-периодических лазеров (СО<sub>2</sub>-лазеры, эксимерные, ИПЛ на парах металлов).

### **6.3. Контроль самостоятельной работы**

Оценка результатов самостоятельной работы организуется следующим образом:

- Самостоятельным (под контролем учебного мастера) выполнение лабораторной работы;
- Осуществлением допуска к лабораторной работе;
- Устного опроса при сдаче самостоятельно выполненных заданий;
- Сдачей коллоквиума;
- Сдачей реферата по индивидуальной теме;
- Сдачей курсового проекта;
- В процессе сдачи экзамена.

## **7. Средства текущей и промежуточной оценки качества освоения дисциплины**

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам следующих контролирующих мероприятий:

<b>Контролирующие мероприятия</b>	<b>Результаты обучения по дисциплине</b>
Коллоквиум	РД1, РД2
Курсовой проект	РД1, РД2
Реферат	РД1, РД2
Отчет по лабораторным работам	РД3
Экзамен	РД1 – РД3

Для оценки качества освоения дисциплины при проведении контролирующих мероприятий предусмотрены следующие средства (фонд оценочных средств; с примерами):

Темы рефератов:

- Лазерные установки для гравировки алмазов;
- Лазерные установки для резки диэлектриков;
- Эксимерная коррекция зрения;
- Лазерные установки для закалки металлов и сплавов;
- Лазерные установки для сварки металлов и сплавов;
- Лазерные установки для фотодинамической терапии;
- Лазерные установки для офтальмологии;
- Лазерные установки для бескровной раскройки биотканей;
- Лазерные установки с оптоволоконными манипуляторами;
- Зависимость качества сварочного шва и реза от характеристик лазерного излучения;
- Перспективы развития волоконной оптики для транспортировки лазерных пучков.

## 8. Рейтинг качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Руководящими материалами по текущему контролю успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации студентов Томского политехнического университета» в действующей редакции.

В соответствии с «Календарным планом изучения дисциплины»:

— текущая аттестация (оценка качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы и др.) и результаты практической деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 33 баллов);

— промежуточная аттестация (экзамен и диф. зачет) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), на экзамене (диф. зачете) студент должен набрать не менее 22 баллов).

Итоговый рейтинг по дисциплине определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Основная литература:

1. В. Ф. Лосев, Е. Ю. Морозова, В. П. Ципилев. Физические основы лазерной обработки материалов. — Томск: Изд-во ТПУ, 2011. — 199 с.
2. Г. Л. Киселев. Квантовая и оптическая электроника: учебное пособие. — 2-е изд., испр. и доп. — СПб: Лань, 2011. — 314 с.
3. Н. В. Храмцов. Основы материаловедения: учебное пособие. — М: АСВ, 2011. — 240 с.
4. Ю. Айхлер. Лазеры: исполнение, управление, применение: пер с нем. — М.: Техносфера, 2012. — 496 с.
5. Г. С. Евтушенко, Д. В. Шиянов, Ф. А. Губарев. Лазеры на парах металлов с высокими частотами следования импульсов. — 2-е изд. — Томск: Изд-во ТПУ, 2012. — 276 с.

### Дополнительная литература:

1. Н. В. Храмцов. Металлы и сварка. — 2-е изд. — М: АСВ, 2015. — 201 с.
2. Н. П. Алешин, В. И. Лысак, В. Ф. Лукьянов. Современные способы сварки: учебное пособие. — М: Изд-во МГТУ, 2011. — 60 с.

### Internet-ресурсы (в т. ч. перечень мировых библиотечных ресурсов):

1. Академия Google [электронный ресурс]. — URL: <https://scholar.google.ru/>, свободный (дата обращения 08.02.16)
2. ЛТУК [электронный ресурс]. — URL: <http://portal.tpu.ru/SHARED/t/TSIPILEV/teaching/ltuk/>, свободный (дата обращения 08.02.16)
3. ОКБ Булат - Лазерная техника... [электронный ресурс]. — URL: <http://laser-bulat.ru/>, свободный (дата обращения 08.02.16)

4. ООО «СПБ ЛАЗЕРТЕХ» - Лазерные технологии и оборудование для обработки материалов [электронный ресурс]. — URL: <http://www.lasertech.spb.ru/>, свободный (дата обращения 08.02.16)

5. eLIBRARY.RU - Журнал «Лазерная и оптико-электронная техника» [электронный ресурс]. — URL:[http://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=29027](http://elibrary.ru/title_about.asp?id=29027), свободный (дата обращения 08.02.16)

## 10. Материально техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование)	Корпус, ауд., количество установок
1	Учебная лаборатория	корпус ТПУ № 2, ауд. 032 ЛТК на базе LQ-929 — 1 шт.
2	Учебная аудитория	корпус ТПУ № 16б, ауд. 233 проектор — 1 шт. компьютер — 1 шт.
3	Учебная лаборатория	Корпус ТПУ № 16в, ауд. 247 ЛТУ МиниМаркер 2 M20 — 1 шт. ЛТУ Speedy 300 — 1 шт.

Программа составлена на основе СУОС ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению подготовки 12.04.02 «Оптотехника» и профилю подготовки «Фотонные технологии и материалы».

Программа одобрена на заседании кафедры лазерной и световой техники Института физики высоких технологий (протокол № 219 от 08.02.16)

Автор



В. П. Ципилев



А. С. Скрипин

Рецензент



В. Ф. Лосев

д. ф.-м. н., зав. лабораторией газовых  
лазеров ИСЭ СО РАН



В. В. Федорова

Директор НОЦ ТПУ «Современные  
производственные технологии»