

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИФВТ

А.Н.Яковлев

«29» 06 2015г.

## БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ (ДИСЦИПЛИНЫ)

### ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА

Направление (специальность) ООП 12.03.02 Опотехника

Номер кластера (для унифицированных дисциплин) \_\_\_\_\_

Профили подготовки (специализация, программа):

«Опτικο-электронные приборы и системы»

Квалификация (степень): Бакалавр

Базовый учебный план приема: 2015г.

Курс: 3 семестр: 7

Количество кредитов: 3

Код дисциплины Б1.ВМ5.1.5.

Виды деятельности	учебной	Временной ресурс по очной форме обучения
Лекции, ч		16
Лабораторные занятия, ч		32
Практические занятия, ч		-
Аудиторные занятия, ч		48
Самостоятельная работа		60
ИТОГО, ч		108

Вид промежуточной аттестации: экзамен в 7 семестре

Обеспечивающее подразделение: кафедра Лазерной и световой техники

Заведующий кафедрой: к. ф.-м. н. Яковлев А.Н.

Руководитель ООП: д.ф.-м.н. Штанько В.Ф.

Преподаватель: доцент Морозова Е.Ю.

2015

## 1 Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование целостного представления о лазерах, их активных средах, способах возбуждения, методов формирования качественного излучения и области их применения. Приобретаемые знания, умения и навыки должны обеспечивать достижение целей основной образовательной программы ТПУ по направлению 200400 «Оптотехника» при подготовке бакалавров, а в первую очередь — целей Ц.2 и Ц.3\*.

Дисциплина нацелена на подготовку бакалавров:

- к решению исследовательских задач: поиску и реализации способов формирования качественных лазерных импульсов и требуемого распределения энергии по сечению пучка, преобразование и транспортировку излучения без потерь энергии и пространственно-угловых характеристик (яркости);
- к решению материаловедческих задач: подбору оптимальных оптических материалов и изделий для задач генерации и транспортировки мощных импульсов лазерного излучения с учетом распределения мощности по сечению пучка, спектрального состава излучения;
- к решению конструкторских задач: подбору и монтажу оптических компонентов лазерного оборудования, юстировке оптических схем лазеров, управлению параметрами установки;
- к решению метрологических задач: умению контролировать выходные параметры излучения, использовать необходимое оборудование для измерения характеристик лазерного излучения;
- к решению управленческих задач: умению наладить эффективное взаимодействие групп, обслуживающих производство и эксплуатацию мощных лазерных установок, осуществлению контроля за соблюдением правил техники безопасности при работе с лазерным излучением.

## 2 Место в структуре ООП

В соответствии с учебным планом «Лазерная техника» относится к вариативной части профессионального цикла дисциплин подготовки бакалавров по направлению 200400 «Оптотехника» и имеет код ПЦ.В.1.1.0.

Дисциплина является одной из профессиональных составляющих в курсе подготовки бакалавров по направлению 200400 «Оптотехника».

Пререквизитами для изучения лазерной техники являются дисциплины «Математика», «Физика», «Основы оптики».

Кореквизитами являются дисциплины «Оптические материалы и технологии», «Основы квантовой электроники», «Прикладная оптика», «Физические основы источников излучения».

---

\* — Используемые здесь и далее коды целей обучения, результатов обучения и формируемых компетенций берется из основной образовательной программы (ООП) ТПУ по подготовке бакалавров по направлению 200400 «Оптотехника»

### 3 Результаты освоения дисциплины

Основными по окончании изучения настоящей дисциплины являются результаты:

<b>Формируемые компетенции в соответствии с ООП</b>	<b>Результаты освоения дисциплины Р.1 – Р.6 в соответствии с ООП ТПУ по направлению Оптотехника</b>
З.1.5, З.2.1, З.2.2, З.3.1, З.3.2, З.3.3, З.4.1, З.4.2, З.5.1, З.8.2, З.9.1	<i>Бакалавр должен знать:</i> основные типы лазерных систем, их элементную базу, технику безопасности при работе с лазерными источниками излучения, методы и технику для измерений характеристик лазерного излучения, основы изобретательства, зарубежную терминологию в лазерной технике и законы профессиональной и научной этики
У.2.1, У.2.2, У.2.3, У.3.1, У.3.3, У.4.1, У.5.5, У.6.1, У.9.1, У.10.1, У.11.3	<i>Бакалавр должен уметь:</i> самостоятельно выбирать наиболее подходящие методы и оборудование для исследований, анализировать получаемую информацию, самостоятельно обучаться новым методам исследований, ясно и четко выражать свои мысли, аргументировано отстаивать свою позицию, воспринимать информацию из зарубежных источников
В.1.3, В.2.1, В.2.2, В.3.1, В.3.2, В.4.1, В.4.2, В.5.1, В.5.2, В.6.1, В.8.1	<i>Бакалавр должен владеть:</i> навыками работы с импульсным электрическим и оптическим оборудованием, навыками поиска информации в Интернете и специализированных библиотеках, навыками работы со специализированным программным обеспечением, навыками общения на иностранном языке

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины по разделам, формам организации и контролю обучения

№	Название раздела / темы	Ауд. раб. час.		СРС час.	Итого	Формы контроля и итоговой аттестации*
		ЛК	ЛБ			
1	Физические основы работы лазеров	2	2	5	16	Контроль знаний по технике безопасности Входной контроль
2	Лазерные активные среды	2	4	5	18	Отчет о лабораторной работе №1 Отчет о лабораторной работе №2
3	Конструкционные составляющие лазерных систем	4	4	5	20	Отчет о лабораторной работе №3 Отчет о лабораторной работе №4
4	Регистрация лазерного излучения	2	4	5	18	Отчет о лабораторной работе №5 Отчет о лабораторной работе №6
5	Электрические схемы работы лазеров	4	4	5	20	Отчет о лабораторной работе №7 Отчет о лабораторной работе №8
6	Лазерные технологии	2	2	5	16	Реферат, презентация, выступление Дополнительное самостоятельно задание
7	Итоговая аттестация					Экзамен
	<b>Итого</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>60</b>	<b>108</b>	

\*При сдаче письменных работ при необходимости со студентом проводится индивидуальное собеседование

### 4.2 Содержание разделов дисциплины

#### **Раздел 1. Физические основы работы лазеров (ЛК и ЛБ)**

Введение в дисциплину, ее цели и задачи. Основные понятия лазерной техники — вынужденное излучение, инверсия населенности, многоуровневые системы накачки активных сред. Принцип работы лазера – взаимодействие

системы накачки, активной среды, резонатора, системы охлаждения. Виды резонаторов – резонаторы Фабри-Перо, кольцевые резонаторы, устойчивые и неустойчивые резонаторы. Модовая структура излучения. Селекция продольных и поперечных мод в резонаторах. Понятие добротности резонатор. Режимы работы лазеров.

Лабораторная работа № 1 «Техника безопасности при работе с электрическими и лазерными импульсными системами»

### ***Раздел 2. Лазерные активные среды (ЛК и ЛБ)***

Классификация лазеров. Основные элементы лазерной установки. Разновидности твердотельных, газовых и жидкостных активных сред. «Экзотические» активные среды- эксимерные и волоконные лазеры.

Лабораторная работа № 2 «Режимы работы лазерных установок - ГОС 301 и ЛТН 103»

Лабораторная работа № 3 «Исследование энергетических, временных и яркостных характеристик излучения»

### ***Раздел 3. Конструкционные составляющие лазерных систем (ЛК и ЛБ)***

Отражательная оптика лазерных систем - металлические и диэлектрические зеркала, резонансные отражатели призмы и призмные блоки. Пропускная оптика лазерных систем – выходные окна, линзы, диафрагмы. Модуляторы – оптико-механические, фототропные, электрооптические. Устройства, для управления излучением - оптический вентиль, призмы, работающие на основе поляризации, внутрирезонаторный телескоп. Устройства для управления спектром излучения – дифракционная решетка, интерферометр, параметрический генератор света.

Лабораторная работа № 4 «Изучение конструкции многокаскадного лазера на основе ГОС-1000»

Лабораторная работа № 5 «Изучение конструкции лазера на основе LQ-929 с наносекундным импульсом генерации и четырьмя высшими гармониками излучения»

### ***Раздел 4. Регистрация лазерного излучения (ЛК и ЛБ)***

Особенности, связанные с регистрацией лазерного излучения. Характеристики приемников излучения. Калориметрические, фотоэлектрические и фотохимические методы регистрации излучения.

Лабораторная работа № 6 «Управление лазерными пучками на примере лазеров ИЛГН-704 и ЛТН-103»

Лабораторная работа № 7 «Изучение конструкции лазера с удлиненным импульсом генерации на основе ГОС-300»

### ***Раздел 5 Электрические схемы работы лазеров (ЛК и ЛБ)***

Элементный состав электрических схем. Функциональные схемы работы импульсных и непрерывных лазеров. Характеристики разрядных контуров. Блоки питания лазеров. Электрические схемы накачки газоразрядных ламп, диодных схем, квантронов – внутренний поджиг, накладной поджиг, режим «дежурной дуги», параллельный поджиг.

Лабораторная работа № 8 «Изучение оптической схемы, конструкции и работы одночастотного одномодового импульсного неодимового лазера ГОС-1001М»

Лабораторная работа № 9 «Фокусировка излучения лазера ГОС-1001М однолинзовым технологическим объективом. Знакомство с операцией сверления отверстий. Наблюдение плазменных явлений»

### **Раздел 6 Лазерные технологии (ЛК)**

Перспективы использования лазерного излучения. Мощные лазерные импульсы в медицине — лазерная хирургия глаза, лазерная резка биотканей. Мощные лазерные импульсы в технике — сверление отверстий, лазерная гравировка, резка, закалка. Перспективы лазерного термоядерного синтеза. Научно-исследовательские задачи, решаемые с помощью мощных лазерных импульсов.

#### 4.3 Распределение компетенций по разделам дисциплины

В представленной таблице отмечены разделы дисциплины, на которых студент получает наибольшее количество информации, направленное на формирование компетенций.

№	Формируемые компетенции	Разделы дисциплин					
		1	2	3	4	5	6
1	З.1.5			+		+	
2	З.2.1	+	+	+	+	+	
3	З.2.2				+	+	
4	З.3.1			+			+
5	З.3.2				+	+	
6	З.3.3		+			+	+
7	З.4.1			+	+		
8	З.4.2					+	
9	З.5.1		+		+		
10	З.8.2						+
11	З.9.1	+				+	
12	У.2.1			+		+	
13	У.2.2		+	+	+	+	
14	У.2.3			+		+	
15	У.3.1				+	+	
16	У.3.3		+	+	+		+
17	У.4.1		+			+	
18	У.5.5			+	+	+	+
19	У.6.1			+	+	+	
20	У.9.1			+		+	
21	У.10.1	+			+		
22	У.11.3						+
23	В.1.3		+	+	+	+	
24	В.2.1			+		+	
25	В.2.2					+	
26	В.3.1		+	+	+		+
27	В.3.2		+	+	+	+	
28	В.4.1		+	+	+		
29	В.4.2		+	+	+		
30	В.5.1	+	+	+	+	+	
31	В.5.2					+	

32	В.6.1	+					+
33	В.8.1			+		+	

## 5 Образовательные технологии

Преподавателем дисциплины используются различные виды активизации учебной деятельности.

Методы и форма активизации деятельности	Виды учебной деятельности		
	ЛК	ЛБ	СРС
Дискуссия	+	+	
Использование компьютера	+	+	+
Командная работа		+	
Опережающая СРС			+
Индивидуальное обучение		+	+
Проблемно-ориентированное обучение	+	+	+
Обучение на основе опыта		+	

Приветствуется и поощряется инициатива студентов в выборе тематик для самостоятельного освоения материала.

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

### 6.1 Текущая и опережающая СРС.

#### 6.1.1 Цели СРС

СРС направлена на улучшение понимания студентом материала, которому поручается:

- Изучать темы, вынесенные на самостоятельную проработку;
- Подготавливать отчеты по лабораторным работам, готовить сообщения по теме лекций, написать реферат, подготовить выступление с использованием презентационного оборудования;
- Подготавливаться к допуску к лабораторным работам заранее;
- Работать с иностранной литературой по затрагиваемым темам.

#### 6.1.2 Темы, выносимые на самостоятельную проработку

- Физические особенности взаимодействия лазерного излучения с различными материалами (темы по выбору студента – резка, сварка, сканирование, пробивка отверстий и др.)
- Разрушение оптических элементов при транспортировке мощного лазерного излучения;
- Передача излучения по оптическому волокну;

- Безволоконные оптические схемы передачи мощного лазерного излучения;
- Зависимость качества реза от характеристик лазерного излучения;

## 6.2 Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа (ТСР)

### 6.1.1 Цели ТСР

ТСР направлена на углубление знаний студента в более узкой области, повышение его интереса к исследовательской и прикладной деятельности:

- Углубление знаний по темам, затрагиваемым в дисциплине;
- Умение анализировать проблему, находить ее причину и предлагать способы решения;
- Работать с литературой (в т.ч. зарубежной);
- Уметь грамотно, кратко и четко выражать собственные мысли, отстаивать точку зрения;

### 6.1.2 Темы, выносимые на самостоятельную проработку

- Лазерные установки для гравировки алмазов;
- Лазерные установки для резки диэлектриков;
- 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;

## **7 Средства текущей и итоговой оценки качества освоения дисциплины (фонд оценочных средств)**

### *7.1 Требования к содержанию экзаменационных вопросов*

Вопросы распределены по билетам (по три в каждом).

Первый вопрос связан с фундаментальными понятиями квантовой электроники и лазерной техники.

При ответе на второй вопрос экзаменуемый должен объяснить суть предлагаемого явления или конструкционного решения, его необходимость и последствия игнорирования.

Третий вопрос требует описания работы одной из электрических схем работы лазера.

### *7.2 Примеры экзаменационных вопросов*

1. Энергетические переходы атома в веществе
2. Условия необходимые для генерации излучения
3. Основные составляющие любого лазера
4. Трехуровневая система накачки лазера
5. Четырехуровневая система накачки лазера
6. Резонаторы Фабри-Перо

7. Условия устойчивости и неустойчивости резонаторов
8. Модовая структура излучения лазера
9. Селекция продольных мод резонатора
10. Селекция поперечных мод резонатора
11. Твердотельные лазеры
12. Оптическая накачка лазеров
13. Схемы излучателей, устройство квантрона
14. Газообразные лазеры
15. Волоконные лазеры
16. Полупроводниковые лазеры
17. Эксимерные лазеры
18. Жидкостные лазеры
19. Зеркала металлические
20. Зеркала диэлектрические
21. Оптико-механические затворы
22. Электровзрываемый затвор
23. Фототропные затворы
24. Электрооптический затвор
25. Поляризаторы
26. Внутррезонаторный телескоп
27. Управление спектром излучения

### *7.3 Примеры экзаменационных вопросов*

Институт физики высоких технологий. Кафедра лазерной и световой техники  
Импульсная лазерная техника — Экзаменационный билет № 1 (пример)

1. Индуцированное излучение. Свойства и как их обнаружить.
2. Оптическая развязка квантронов в многокаскадных лазерных установках.
3. Нарисуйте и объясните работу импульсного блока питания лазера.

Экзаменатор	_____	доцент каф. Е.Ю. Морозова
Утверждаю	_____	зав. каф. А.Н. Яковлев

Институт физики высоких технологий. Кафедра лазерной и световой техники  
Импульсная лазерная техника — Экзаменационный билет № 2 (пример)

1. Насыщение поглощения излучения
2. Принцип работы электро-оптического затвора.
3. Нарисуйте и объясните работу схемы параллельного поджига ламп в газовом лазере.

Экзаменатор	_____	доцент каф. Е.Ю. Морозова
Утверждаю	_____	зав. каф. А.Н. Яковлев

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение модуля (дисциплины)**

Основная литература:

1. А. Г. Григорьянц. Основы лазерной обработки материалов. — М.: Машиностроение, 1989. — 300 с.
2. Технологические лазеры. Справочник // под ред. Г. А. Абильситова. — Т. 1–2. — М.: Машиностроение, 1991.
3. Справочник по лазерной технике // под ред. А. П. Напортовича. — М.: Энергоатомиздат, 1991. — 543 с.
4. Лазерная и электронно-лучевая обработка материалов. Справочник // под ред. Н. Н. Рыкалина. — М.: Машиностроение, 1985. — 496 с.

Вспомогательная литература

1. Г. С. Евтушенко, А. А. Аристов. Лазерные системы в медицине. Учебное пособие. — Томск: Изд-во ТПУ, 1998.
2. «Laser Market» // журнал. — 1992-1993
3. А. В. Лыков. Теория теплопроводности. — М.: Высшая школа, 1967. — 599 с.
4. Б. Ф. Федоров. Лазеры: основы устройства и применения. — М.: Изд-во ДОСААФ, 1988. — 189 с.
5. Прикладная лазерная медицина. Учебное пособие // под ред. Х. П. Берлиена, Г. Й. Мюллера: пер. с нем. — М.: АО «Интерэксперт», 1997. — 356 с.

## **9 Материально-техническое обеспечение модуля (дисциплины)**

Студенты выполняют лабораторные работы в аудитории 032 второго корпуса ТПУ на лазерных комплексах, принадлежащих кафедре лазерной и световой техники. Лазерные комплексы включают в себя шесть лазерных установок:

- Промышленный импульсный лазер LQ-929 (с генераторами высших гармоник от второй до пятой);
- Модифицированный лазер ГОС-1000 (с пятью каскадами усиления);
- Модифицированный лазер ГОС-300 (с импульсом генерации, удлинённым до 8 мс);
- Технологический лазер ЛТН-103;
- Технологический лазер ИЛГН-702;
- Импульсный лазер на углекислом газе (спец. заказ в ИСЭ СО РАН).

Регистрация лазерного излучения, свечения плазмы, возбуждаемой лазерным излучением, осуществляется фотоприемниками:

- Вакуумный фотодиод ФЭК-19КПУ;
- Фотомодули Hamamatsu серии Н-5773 (модель -01 и -04);
- Измеритель энергии ИКТ-1Н и измеритель мощности ИМО-2Н;

Для визуализации сигналов используются цифровых четырехлучевые осциллографы фирмы LeCroy:

- Модель WJ-314 (полоса пропускания 100 МГц);
- Модель WP-7100А (полоса пропускания 1 ГГц);
- Модель WA-214 (полоса пропускания 100 МГц).

Управление спектральным составом регистрируемых сигналов и их интенсивностью может осуществляться с помощью малогабаритных

монохроматоров (МУМ-2), нейтральных и полосовых фильтров, интерференционных зеркал.

Преобразование и передача световых сигналов может осуществляться линзами с различными апертурами и относительными отверстиями, световодными волокнами и жгутами различных длин.

Наблюдение за технологическими процессами может производиться через оптическую приставку СОК-1. Наблюдение следов разрушений в исследуемых веществах можно осуществлять через микроскоп МБС-9.

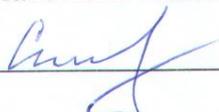
В аудитории также имеется спектрофотометр СФ-26, генератор импульсных электрических сигналов ГП-5 и ГЗИ-1, коаксиальные кабели с полосой пропускания ~1 ГГц.

Для демонстрации презентаций, экстренной обработки и визуализации сигналов в аудитории имеются компьютеры.

Программа составлена на основе СУОС ТПУ в соответствии с требованиями  
ФГОС по направлению 12.03.02 «Оптотехника».

Программа одобрена на заседании кафедры ЛИСТ ИФВТ ТПУ  
(протокол от «22» 06 2015 г. № 203)

Автор — Морозова Елена Юрьевна, доцент кафедры ЛИСТ ТПУ, кандидат  
физико-математических наук.

Рецензент  Степанов С. А.