

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет»**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор-директор ИФВТ

\_\_\_\_\_ А.Н. Яковлев

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2014 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Импульсная лазерная техника»**

НАПРАВЛЕНИЕ ООП:	200400 «ОПТОТЕХНИКА»
ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ:	«Оптические технологии»
КВАЛИФИКАЦИЯ (СТЕПЕНЬ):	Магистр
БАЗОВЫЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН ПРИЕМА:	2014 г.
КУРС:	2
СЕМЕСТР:	3
КОЛИЧЕСТВО КРЕДИТОВ:	2
ПРЕРЕКВИЗИТЫ:	«Физика», «Математика», «Основы квантовой электроники», «Взаимодействие излучения с веществом», «Лазерные технологии и оборудование»
КОРЕКВИЗИТЫ:	«Лазерное сканирование», «Лазерная гравировка», «Физика и техника мощных радиационных воздействий»

**ВИДЫ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ВРЕМЕННОЙ РЕСУРС:**

Лекции	8	Час.
Лабораторные занятия	24	Час.
Практические занятия	-	Час.
АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ	32	Час.
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА	64	Час.
ИТОГО	96	Час.

ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ: Экзамен в 3 семестре

ОБЕСПЕЧИВАЮЩАЯ КАФЕДРА  
ЗАВЕДУЮЩИЙ КАФЕДРОЙ:  
РУКОВОДИТЕЛЬ ООП:  
ПРЕПОДАВАТЕЛЬ:

Лазерной и световой техники  
к.ф.-м.н., доцент А.Н. Яковлев  
д.ф.-м.н., профессор Т.В. Гречкина  
д. ф.-м.н., профессор В.П. Ципилев

2014 г.

## Содержание рабочей программы

1 Цели освоения дисциплины	3
2 Место дисциплины в структуре ООП	4
3 Результаты освоения дисциплины	5
4 Структура и содержание дисциплины	6
4.1 Структура дисциплины по разделам, формам организации и контроля обучения	6
4.2 Содержание разделов дисциплины	7
4.3 Распределение компетенций по разделам дисциплины	9
5 Образовательные технологии	10
6 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	11
6.1 Текущая и опережающая самостоятельная работа студентов (СРС)	11
6.1.1 Цели СРС	11
6.1.2 Темы, выносимые на самостоятельную проработку	11
6.2 Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа (ТСР)	11
6.2.1 Цели ТСР	11
6.2.2 Темы, выносимые на самостоятельную проработку	12
7 Средства текущей и итоговой оценки качества освоения дисциплины	13
7.1 Оценка успеваемости	13
7.2 Требования к содержанию экзаменационных вопросов	13
7.3 Примеры экзаменационных вопросов	13
7.4 Примеры экзаменационных билетов	15
8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	16
8.1 Основная литература	16
8.2 Вспомогательная литература	16
8.3 Интернет-ресурсы	17
9 Материально-техническое обеспечение дисциплины	18

## 1 Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Импульсная лазерная техника» является формирование целостного представления о мощных импульсных лазерных, их активных средах, способах возбуждения, методов формирования качественного излучения и области их применения.

В результате освоения данной дисциплины студент приобретает знания, умения и навыки, обеспечивающие достижение целей Ц2, Ц3 и Ц5<sup>1</sup> основной образовательной программы 200400 «Оптехника» при подготовке магистров.

Дисциплина нацелена на подготовку магистрантов:

- к решению научно-исследовательских задач: поиску и реализации способов формирования лазерных импульсов высокой мощности и требуемого распределения её по сечению пучка, способов преобразования и транспортировки таких импульсов без потерь энергии и пространственно-угловых характеристик (яркости);
- к производственно-технологической работе в области элементной базы технологических и исследовательских лазеров, в приемах управления лазерным излучением и в основных направлениях и тенденциях развития лазерной техники;
- 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 и спектрального состава излучения;
- к поиску и анализу профильной научно-технической информации, необходимой для решения конкретных инженерных задач, в том числе при подборе типовых узлов для создания лазеров различного назначения, юстировке лазерных систем, математической оценке параметров лазерных установок при их конструировании;
- 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, высоковольтным оборудованием, газовыми смесями и прочее.

---

<sup>1</sup> Используемые здесь и далее коды целей обучения, результатов обучения и формируемых компетенций берется из основной образовательной программы ТПУ по подготовке магистров по направлению 200400 «Оптехника».

## **2 Место дисциплины в структуре ООП**

В соответствии с учебным планом «Импульсная лазерная техника» относится к вариативной части профессионального цикла дисциплин подготовки магистров по направлению 200400 «Оптотехника» из группы ПЦ.В.1 «Методы и техника импульсных оптико-физических исследований» и имеет код ПЦ.В.1.7.0.

Дисциплина непосредственно связана с дисциплинами естественнонаучного и математического цикла («Физика», «Математика») и общепрофессионального цикла («Основы квантовой электроники», «Взаимодействие излучения с веществом», «Лазерные технологии и оборудование») и опирается на освоенные при изучении данных дисциплин знания и умения. Кореквизитами для дисциплины «Лазерные технологии и оборудование» являются дисциплины: «Лазерное сканирование», «Лазерная гравировка», «Физика и техника мощных радиационных воздействий».

### 3 Результаты освоения дисциплины

После изучения данной дисциплины студенты приобретают знания, умения и опыт, соответствующие результатам основной образовательной программы: **P1, P2, P4, P5, P6, P11.**

Соответствие результатов освоения дисциплины «Импульсная лазерная техника» формируемым компетенциям ООП представлено в нижеследующей таблице.

<b>Формируемые компетенции в соответствии с ООП*</b>	<b>Результаты освоения дисциплины</b>
3.2.1, 3.2.2, 3.4.1, 3.5.2, 3.7.1, 3.9.2, 3.10.1, 3.12.1, 3.13.1	<i>Магистрант 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.1.1, У.1.2, У.2.1, У.3.1, У.3.3, У.4.2, У.5.2, У.7.1, У.9.1, У.11.2, У.12.2	<i>Магистрант 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.1.1, В.1.2, В.1.3, В.2.1, В.2.2, В.3.1, В.4.2, В.5.2, В.6.1, В.10.2, В.12.2	<i>Магистрант должен владеть:</i> навыками работы 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 контроля обучения

№ модуля	Название раздела/ темы	Аудиторная работа, часы		СРС	Итого	Формы контроля и итоговой аттестации
		лк.	лб.			
1	Раздел 1. Принципы в основе работы лазеров Раздел 2. Импульсные твердотельные лазеры	2	8	16	26	Входной контроль, отчет по лабораторной работе №1, отчет по домашним заданиям
2	Раздел 3. Другие типы импульсно- периодических лазеров	2	4	16	26	Отчет по лабораторной работе №2, коллоквиум по разделам 1, 2 и 3
3	Раздел 4. Преобразование лазерных пучков Раздел 5. Состав, элементная база исследовательских лазерных комплексов	2	8	16	26	Отчет по лабораторным работам №4 и №5, коллоквиум по разделам 4 и 5
4	Раздел 6. Применение импульсных лазеров	2	4	16	26	Отчет по лабораторным работам №5 и №6, защита рефератов по индивидуальным темам
	Итоговая аттестация					экзамен
	<b>Итого</b>	<b>8</b>	<b>24</b>	<b>64</b>	<b>104</b>	

При сдаче письменных работ при необходимости со студентом проводится индивидуальное собеседование.

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

### Модуль I

#### Раздел 1. Принципы в основе работы лазеров (1 час)

##### Темы лекционных (и практических) занятий:

- Введение в дисциплину, ее цели и задачи (0,5 часа)
- Основные понятия лазерной техники, вынужденное излучение, инверсная населенность, усиление и генерация излучения (0,5 часа)

#### Раздел 2. Импульсные твердотельные лазеры (1 час)

##### Темы лекционных (и практических) занятий:

- Устройство и работа простейшего твердотельного лазера. Импульсно-периодический режим работы (0,5 часа)
- Параметры излучения импульсно-периодического лазера: энергия импульса; длительность импульса (получение миллисекундных, наносекундных, пикосекундных и фемтосекундных импульсов; ширина спектра излучения и ее связь с длительностью импульса; частота излучения следования импульсов; модовый состав и угловая расходимость; дифракционные углы на различных длинах волн; яркость пучка (0,5 часа)

##### Лабораторная работа № 1:

«Твердотельный неодимовый импульсный лазер ГОС-1001 с дифракционным пучком» (ч. I, управление энергией и длительностью) (4 часа)

### Модуль II

#### Раздел 3. Другие типы импульсно-периодических лазеров (ИПЛ) (2 часа)

##### Темы лекционных (и практических) занятий:

- Волновые ИПЛ, устройство и параметры излучения;
- СО<sub>2</sub>-ИПЛ, устройство, параметры пучков, особенности работы;
- Эксимерные ИПЛ, устройство, параметры пучков, длины волн;
- ИПЛ на парах металлов.

##### Лабораторная работа № 2:

«Твердотельный неодимовый импульсный лазер ГОС-1001 с дифракционным пучком» (ч. II, установка для измерения коэффициента диффузного отражения на его основе)

### Модуль III

#### Раздел 4. Преобразование лазерных пучков (1 час)

##### Темы лекционных (и практических) занятий:

- Фокусировка лазерных пучков, методы острой фокусировки, пределы фокусировки;
- Транспортировка пучков в открытом пространстве, фокусировка на удаленные объекты;
- Транспортировка мощных лазерных пучков по оптическому волокну.

## **Раздел 5. Состав и элементная база исследовательских лазерных комплексов (1 час)**

### Темы лекционных (и практических) занятий:

- Типовая схема лазерного исследовательского комплекса (стенда), энергетический канал, каналы синхронизации и регистрации;
- Фотодетекторы с высоким временным разрешением;
- Осциллографы быстродействующие (цифровые);
- Монохроматоры, спектрографы;
- Акустические датчики, визуализаторы пучка.

### Лабораторная работа № 3:

**«Импульсно-периодический лазер LQ-929 с кольцевым резонатором»**  
(ч. I, устройство и основные характеристики, измерение энергетических и временных параметров, изучение энергетического канала).

### Лабораторная работа № 4:

**«Импульсно-периодический лазер LQ-929 с кольцевым резонатором»**  
(ч. II, изучение многоканальной синхронной схемы регистрации процессов).

## **Модуль IV**

## **Раздел 6. Применение импульсных и импульсно-периодических лазеров (2 часа)**

### Темы лекционных (и практических) занятий:

6.1. Применение в промышленных технологиях и медицине:

- лазерная резка и сварка, сверление отверстий, лазерная гравировка и маркировка;
- лазерная резка и сварка биоткани, лазерная хирургия глаза.

6.2. Перспективы применения ИПЛ в управляемом термоядерном синтезе;

6.3. Применение импульсных лазеров в военном деле.

### Лабораторная работа № 5:

**«Импульсно-периодический лазер LQ-929 с кольцевым резонатором»**  
(ч. III, исследование генерации на 2 и 4<sup>й</sup> гармониках).

### Лабораторная работа № 6:

1. **«Импульсный CO<sub>2</sub>-лазер с укороченным импульсом генерации»;**
2. **YAG:Nd-лазер марки «Black Light» с удлиненным импульсом генерации (50 – 20000 мкс); лазер ГОС-301 с длительностью 100 15000 нс (0,1-25 мкс).**

### 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
1	3.2.1			+		+
2	3.2.2	+	+	+	+	+
3	3.4.1				+	+
4	3.5.2			+		+
5	3.7.1				+	+
6	3.9.2		+			+
7	3.10.1			+	+	+
8	3.12.1					+
9	3.13.1			+		+
10	У.1.1			+		+
11	У.1.2		+	+	+	+
12	У.2.1			+		+
13	У.3.1				+	+
14	У.3.3		+	+	+	
15	У.4.2		+			+
16	У.5.2			+	+	+
17	У.7.1			+	+	+
18	У.9.1			+		+
19	У.11.2	+	+	+	+	+
20	У.12.2			+		+
21	В.1.1		+	+	+	+
22	В.1.2			+		+
23	В.1.3					+
24	В.2.1		+	+	+	
25	В.2.2		+	+	+	+
26	В.3.1		+	+	+	
27	В.4.2		+	+	+	
28	В.5.2	+	+	+	+	+
29	В.6.1					+
30	В.10.2	+				
31	В.12.2			+		+

## 5 Образовательные технологии

В нижеследующей таблице представлены сочетания видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности магистрантов для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций.

Методы и форма активизации деятельности	Виды учебной деятельности			
	лк	пр	лб	СРС
Дискуссия	да		да	
IT-методы		да	да	да
Командная работа	да		да	да
Опережающая СРС		да		да
Индивидуальное обучение				да
Проблемно-ориентированное обучение			да	
Обучение на основе опыта	да			

Для достижения поставленных целей преподавания дисциплины реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных технологий;
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием *Internet*-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы;
- закрепление теоретического материала при проведении лабораторных работ с использованием учебного и научного оборудования, выполнения проблемно-ориентированных, поисковых, творческих заданий;
- самостоятельная проработка материала.

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

### **6.1 Текущая и опережающая самостоятельная работа студентов (СРС)**

**6.1.1 Цели СРС** направлены на углубление и закрепление знаний, а также развитие практических умений заключающихся в:

- работе студентов с лекционным материалом;
- поиске и анализе литературы и электронных источников информации по заданной проблеме;
- выполнении домашних заданий;
- переводе материалов из тематических информационных ресурсов с иностранных языков;
- изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- изучении теоретического материала к лабораторным занятиям;
- изучении инструкций к приборам и подготовке к выполнению лабораторных работ;
- подготовке к экзамену.

#### **6.1.2 Темы, выносимые на самостоятельную проработку:**

- Электрические схемы мощных импульсных лазеров;
- Разрушение оптических элементов при транспортировке мощного лазерного излучения;
- Передача излучения по оптическому волокну;
- Без волоконные оптические схемы передачи мощного лазерного;
- Зависимость качества сварочного шва и реза от характеристик лазерного излучения.

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

**6.2.1 Цели ТСР** направлены на развитие интеллектуальных умений, комплекса универсальных (общекультурных) и профессиональных компетенций, включающих:

- поиск, анализ, структурирование и презентацию информации;
- анализ научных публикаций по определенной теме исследований;
- анализ статистических и фактических материалов по заданной теме, проведение расчетов, составление схем и моделей на основе статистических материалов;
- выполнение расчетно-графических работ;
- участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

### **6.2.2 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;
- Лазерные установки с оптоволоконными манипуляторами;
- Перспективы развития волоконной оптики для транспортировки лазерных пучков.

## **7 Средства текущей и итоговой оценки качества освоения дисциплины**

### **7.1 Оценка успеваемости**

Оценка успеваемости магистрантов осуществляется по результатам:

- самостоятельного (под контролем учебного мастера) выполнения лабораторной работы;
- защите отчетов по лабораторным работам;
- опроса при сдаче выполненных самостоятельных заданий;
- сдачи коллоквиума;
- сдачи реферата по индивидуальной теме;
- во время экзамена.

### **7.2 Требования к содержанию экзаменационных вопросов**

Экзаменационные 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 применения мощных лазерных импульсов в действующих или перспективных отраслях науки или промышленности.

### **7.3 Примеры экзаменационных вопросов**

1. Основные определения (лазер, активная среда, резонатор, инверсная населенность, накачка);
2. Три типа внутриатомных переходов;
3. Модовый состав и угловая расходимость излучения, получение одномодового дифракционного пучка;
4. Усиление в активной среде;
5. Инверсная населенность уровней, методы создания инверсной населенности;
6. Вынужденные переходы и усиление потока в активной среде;
7. Устойчивые и неустойчивые резонаторы, резонаторы на грани устойчивости;
8. Продольные и угловые моды резонатора;
9. Длительность импульса, связь длительности со спектральным составом;
10. Длительность импульса, получение пикосекундных и фемтосекундных импульсов;
11. Длина волны излучения основных типов ИПЛ. Методы получения лазерной генерации на различных длинах волн;
12. Классификация лазеров;
13. Волоконные ИПЛ. Схема и способ накачки активной среды;

14. Основные параметры волоконных ИПЛ (мощность, частота следования, угловая расходимость);
15. Фокусировка пучка волоконного лазера;
16. Фокусировка лазерного пучка. Методы острой фокусировки;
17. Фокусировка лазерного пучка на удаленные объекты;
18. Активные элементы твердотельных лазеров (алюмоиттриевый гранат, стекло активированное неодимом);
19. Устройство квантрона;
20. Газоразрядные отпаянные лазеры;
21. Быстропроточные газовые лазеры;
22. Зеркала и отражающие элементы;
23. Фототропные затворы;
24. Электрооптический затвор с ячейкой Погкельса;
25. Транспортировка мощных пучков по оптическому волокну;
26. Оптические схемы твердотельных технологических лазеров;
27. Оптические схемы одномодовых и многомодовых лазеров;
28. Разрядный контур питания лампы накачки;
29. Встроенный и параллельный поджиги;
30. Поджиг «дежурной дугой»;
31. Зарядные блоки накопителей;
32. Измерение энергии лазерного пучка;
33. Применение импульсных лазеров в военном деле;
34. Измерение временных параметров лазерного пучка;
35. Применение ИПЛ в научных исследованиях. Структура лазерного исследовательского комплекса;
36. Исследовательские лазерные комплексы (схема энергетического канала);
37. Исследовательские лазерные комплексы (каналы регистрации, синхронизация каналов наблюдения);
38. Регистрирующая аппаратура лазерных исследовательских комплексов;
39. Применение ИПЛ при резке, сварке и гравировке металлов и диэлектриков;
40. Перспективы применения ИПЛ в управляемом термоядерном синтезе;
41. Опасные факторы при работе лазерной установки.

## 7.4 Примеры экзаменационных билетов

Институт физики высоких технологий. Кафедра лазерной и световой техники

Импульсная лазерная техника — Экзаменационный билет № 1 (пример)

1. Инверсная населенность уровней, методы создания инверсной населенности.
2. Устройство квантрона.
3. Применение ИПЛ при резке, сварке и гравировке металлов и диэлектриков.

Экзаменатор

\_\_\_\_\_

Утверждаю

\_\_\_\_\_

Институт физики высоких технологий. Кафедра лазерной и световой техники

Импульсная лазерная техника — Экзаменационный билет № 2 (пример)

1. Насыщение поглощения излучения.
2. Принцип работы фототропного затвора.
3. Лазерное испарения тонких пленок.

Экзаменатор

\_\_\_\_\_

Утверждаю

\_\_\_\_\_

## 8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1 Основная литература

1. А. Г. Григорьянц. Основы лазерной обработки материалов. — М.: Машиностроение, 1989. — 300 с.
2. Технологические лазеры. Справочник // под ред. Г. А. Абильтсеева. — 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.
5. Б.Р. Белостоцкий и др. Основы лазерной техники, М, «Советское радио», 1972г.,408 с.
6. Справочник по лазерной технике, Пер. с немецкого, М. «Энергоатомиздат», 1991 г. 544с.
7. И.И. Пахомов, А.Б. Цибуля Расчет оптических систем лазерных приборов. М, «Радио и связь»1986 г.,150 с.
8. К.И. Крылов Основы лазерной техники: Учебное пособие для вузов / К.И. Крылов, В.Т. Прокопенко, В.А. Тарлыков. - Л.: Машиностроение, 1990.—316 с.: ил. (Для вузов). - Библиогр.: с. 314.
9. Б.Н. Рахманов Безопасность при эксплуатации лазерных установок / Б.Н. Рахманов, Е.Д. Чистов. - М.: Машиностроение, 1981. - 113 с.
10. Справочник по лазерам: В 2-х томах: Пер. с англ. / Под ред. А. М. Прохорова.—1978.—503 с.
11. В.А. Прянишников Теоретические основы электротехники: Курс лекций / В.А. Прянишников. - 3-е изд., перераб. и доп. - СПб.: Корона принт, 2000. - 368 с.: ил. - (Учебник для высших и средних учебных заведений).

### 8.2 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.
6. А.Н. Пихтин Оптическая и квантовая электроника: Учебник / А.Н. Пихтин. - М.: Высшая школа, 2001. - 573 с.
7. В.И. Дудкин Основы квантовой электроники: Учебное пособие / СПбГТУ. - СПб.: Изд-во СПбГТУ, 1999. - 307 с.

8. И.Г. Иванов Ионные лазеры на парах металлов / И.Г. Иванов, Е.Л. Латуш, М.Ф. Сэм. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 256 с.
9. Основы теории цепей: Учебное пособие / Г.В. Зевеке, П.А. Ионкин, А.В. Нетушил, С.В. Страхов. - 5-е изд., перераб. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 528 с.

### **8.3 Интернет-ресурсы**

1. ООО ОКБ «Булат» Лазерное оборудование и технологии  
<http://laser-bulat.ru/>
2. Лазерные технологии «Лазертех» <http://www.laserteh.spb.ru/>
3. Научно-практический журнал «Лазерная медицина»  
<http://www.mustangmed.ru/zhurnal-lazernaya-meditcina>
4. Журнал «Лазерная и опто-электронная техника»  
[http://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=29027](http://elibrary.ru/title_about.asp?id=29027)

## 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Студенты выполняют лабораторные работы на лазерных комплексах, имеющихся на кафедре лазерной и световой техники института физики высоких технологий ТПУ.

Лазерные комплексы включают в себя шесть лазерных установок:

- Промышленный импульсный лазер LQ-929 (с генераторами высших гармоник от второй до пятой);
- Модифицированный лазер на базе ГОС-1000 (с пятью каскадами усиления);
- Модифицированный лазер на базе ГОС-300 (с импульсом генерации 0,1–25 мкс);
- Система лазерной сварки (СЛС) «BlackLight» (длительность импульса 0,4–20 мс, длина волны излучения 1064 нм, мощность в импульсе 50 Вт);
- Импульсный волоконный лазер (модель YLP-1-100-20-20-НС-RG), мощность 20 Вт, длина волны 1060 нм, скважность импульсов 500:1;
- 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 H-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), МДР-204, спектрографы M266 и S100, 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.

Лабораторная база также включает: спектрофотометр СФ-26, генераторы импульсных электрических сигналов Г5–56 и ГЗИ-1, коаксиальные кабели с полосой пропускания  $\sim 1$  ГГц.

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

Программа составлена на основе Стандарта ООП ВПО ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС-3 по направлению 200400 «Оптические технологии» по профилю подготовки «Методы в технике импульсных оптико-физических исследований».

Автор: В.П. Ципилев

Программа одобрена на заседании кафедры ЛИСТ ИФВТ

(протокол № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2014г.)