



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)**

«СОГЛАСОВАНО»<sup>1</sup>  
Руководитель ОП

Кульчин Ю.Н.  
(подпись) (Ф.И.О. рук. ОП)

« 31 » августа 2021г.

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заведующий Базовой кафедрой  
«Фотоника и цифровые лазерные технологии»  
(название кафедры)

Кульчин Ю.Н.  
(подпись) (Ф.И.О. зав. каф.)

« 31 » августа 2021г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Современные лазерные технологические комплексы на основе волоконных лазеров

**Направление подготовки 12.04.01 Приборостроение**

Магистерская программа «Цифровые лазерные технологии, оптоволоконные сети»

**Форма подготовки очная**

курс 2 семестр 3

лекции 18 час.

практические занятия 18 час.

лабораторные работы 18 час.

в том числе с использованием МАО лек. /пр. /лаб. \_\_\_ час.

всего часов аудиторной нагрузки 54 час.

в том числе с использованием МАО - час.

самостоятельная работа 18 час.

в том числе на подготовку к экзамену - час.

контрольные работы (количество)

курсовая работа / курсовой проект - семестр

зачет 3 семестр

экзамен - семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 22 сентября 2017 г № 957/ образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

Рабочая программа обсуждена на заседании Базовой кафедры Фотоники и цифровых лазерных технологий ИШ ДВФУ протокол № 12 от « 31 » августа 2021 г.

Заведующий кафедрой академик РАН Кульчин Ю.Н.

Составитель (ли): ст. преп. Никитин А.И.

<sup>1</sup> кроме РПД общеуниверситетских дисциплин

**Оборотная сторона титульного листа РПД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Ю.Н. Кульчин  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Ю.Н. Кульчин  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**Аннотация к рабочей программе дисциплины  
«Современные лазерные технологические комплексы на основе  
волоконных лазеров»**

Дисциплина разработана для студентов, обучающихся по направлению подготовки 12.04.01 «Приборостроение», магистерская программа «Цифровые лазерные технологии, оптоволоконные сети», в соответствии с требованиями ФГОС ВО 3++, входит в Блок 1 Дисциплины (модули) учебного плана, в часть ОПОП, формируемую участниками образовательных отношений, и является обязательной дисциплиной (Б1.В.12).

Для освоения данного материала студенты должны знать общую физику, теоретическую физику, электродинамику, прикладную оптику, нелинейную оптику, лазерную физику, физическую химию и высшую математику.

Предметом дисциплины «Современные лазерные технологические комплексы на основе волоконных лазеров» является изучение основ лазерной техники, принципов построения и работы лазерных технологических установок в различных областях (энергетика, машиностроение, связь, вооружение, медицина, информационно-вычислительные комплексы, научные исследования), оборудования лазерных технологических обрабатывающих комплексов, автоматизации и контроля технологических процессов и операций, связанных с обработкой материалов.

В дисциплине уделяется много внимания описанию разнообразных лазеров, волоконных световодов и волоконно–оптических систем, уже применяемых или перспективных для применения в клинической медицине (лазерная хирургия и терапия), технологической обработки материалов (лазерная сварка, резка, наплавка, пробивка, маркировка, гравировка, раскрой, скрайбирование).

Обзор практического применения технологических лазерных систем в области локации, навигации, дальнометрии, батиметрии.

Основные понятия лазерной спектроскопии, области практического применения.

Изучение технологических лазерных систем в научных исследованиях (применение явления Бозе-конденсат, получение сверхвысоких и сверхнизких температур, лазерная абляция, получение термоупругих деформаций, получение лазерно-индуцированной плазмы).

Перспективы лазерных технологий в научных исследованиях в области нано и микротехнологий.

**Цель** курса: сформировать у студентов представление о современных лазерных технологических комплексах обработки материалов.

**Задачи** дисциплины:

- Сформировать знания о волоконных лазерах.
- Сформировать знания о преимуществах и недостатках технологических комплексов и их применении.

Для успешного изучения дисциплины «Современные лазерные технологические комплексы на основе волоконных лазеров» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий (УК-1);
- способен определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы её совершенствования на основе самооценки (УК-6).

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции:

Задача профессиональной деятельности (ПД)	Объекты или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (ПС, анализ иных требований, предъявляемых к выпускникам)
<b>Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский</b>				

<p>Научные исследования в области оптического приборостроения, оптических материалов и технологий</p> <p>Научные исследования в области приборостроения, конструкционных материалов и технологий</p>	<p>Физические явления преобразования энергии и информации, волновые поля (геометрический и интерференционный подходы), дифракционные, поляризационные и другие, включая корпускулярные, эффекты; электронно-механические, магнитные, электромагнитные, оптические, теплофизические, акустические, акустооптические, радиационные и другие методы контроля и измерений</p>	<p>ПК-1 - способность анализировать, сравнивать и ставить задачи исследований в области приборостроения на основе подбора и изучения литературных, патентных и других источников информации</p>	<p>ПК-1.1. – умеет применять нормативную документацию в соответствующей области знаний, применять методы анализа научно-технической информации</p> <p>ПК-1.2. - знает цели и задачи проводимых исследований и разработок, методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований, методы и средства планирования и организации исследований и разработок.</p>	<p>29.004 Специалист в области проектирования и сопровождения производства опtotехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов</p>
		<p>ПК-6 - способность к анализу эффективности функционирования приборов и систем</p>	<p>ПК-6.1 – умеет анализировать и определять параметры эффективности функционирования приборов и систем</p>	
<b>Тип задач профессиональной деятельности: проектно-конструкторский</b>				
<p>Обоснование проектов и подготовка конструкторской документации в области оптического приборостроения, оптических материала</p>	<p>контрольно-измерительные устройства, приборы, комплексы, системы различного назначения, использующие взаимодействие электромагнитного</p>	<p>ПК-7 - способность провести анализ поставленной проектной задачи в области приборостроения на основе подбора и изуче-</p>	<p>ПК-7.1. – умеет применять актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний при составлении отдельных видов документации на проекты.</p>	<p>29.004 Специалист в области проектирования и сопровождения производства опtotехники, оптических</p>

лов и технологий.	излучения с веществом; датчики и сенсоры и т.п., традиционные и нетрадиционные измерительные устройства и комплексы; элементная база средств контроля и измерений.	ния литературных и патентных источников		и оптико-электронных приборов и комплексов
-------------------	--	---	--	--

<b>Код индикатора достижения компетенции</b>	<b>Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)</b>	
<b>ПК-1.1 ПК-1.2</b>	знает	цели и задачи проводимых исследований и разработок, методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований, методы и средства планирования и организации исследований и разработок.
	умеет	применять нормативную документацию в соответствующей области знаний, применять методы анализа научно-технической информации
	владеет	методами анализа и обработки экспериментальных данных
<b>ПК-6.1</b>	знает	способы оценки технологичности простых конструкторских решений
	умеет	анализировать и определять параметры эффективности функционирования приборов и систем
	владеет	навыками оценки технологичности простых конструкторских решений
<b>ПК-7.1</b>	знает	описание свойств лазерного излучения разнообразных лазеров, волоконных световодов и волоконно-оптических систем, уже применяемых или перспективных для применения
	умеет	применять актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний при составлении отдельных видов документации на проекты
	владеет	методиками измерения и исследования различных материалов с использованием излучения разнообразных лазеров, волоконных световодов и волоконно-оптических систем

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине могут являться:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Лаб.	Лабораторные работы
ПЗ	Практические занятия
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 72 часа (1 зачётная единица). Учебным планом предусмотрено следующее количество часов: лекционные занятия (18 часов), практические занятия (18 часов), лабораторные работы (18 часов) и самостоятельная работа студента (18 часов). Дисциплина реализуется на 2 курсе в 3, 4 семестрах. Форма промежуточной аттестации – зачёт.

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации, текущего контроля успеваемости
			Лек	Лаб.	Пр.	ОК	СР	Контроль	
1	Современные лазерные технологические комплексы на основе волоконных лазеров	3	18	18	18	0	18	0	зачет
	Итого:		18	18	18	0	18	0	72

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Современные лазерные технологические комплексы на основе волоконных лазеров» применяются следующие методы активного обучения (МАО): проблемное обучение, консультирование и рейтинговый метод.

# **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

*Содержание теоретической части курса разбивается на разделы, темы.*

## **Раздел I. Современные лазерные технологии (10 час.)**

### **Тема 1. Введение в дисциплину(1 час)**

Исторические сведения. Основные свойства лазерного излучения. Основы физики лазеров. Взаимодействие излучения с веществом.

### **Тема 2. Принцип работы волоконного лазера (1 час)**

Взаимодействие системы накачки, активной среды, резонатора, системы охлаждения, внешних оптических систем. Модуляторы и устройства контроля.

### **Тема 3. Основы работы лазерных систем (2 час.)**

Основные компоненты лазерных систем: источники энергии накачки, системы накачки, лазерные активные элементы, оптические резонаторы, модуляторы, системы охлаждения, устройства контроля, внешние оптические системы. Управление параметрами лазерного излучения. Режимы работы лазера. Особенности основных режимов.

### **Тема 4. Классификация и виды лазеров (2 час.)**

Твердотельные, газовые, жидкостные, полупроводниковые. Волоконно-оптические системы. Специфические особенности лазера как источника излучения. Модели лазерных пучков. Особенности оптических элементов в лазерах. Источники накачки активных сред лазера, твердотельных, газовых, полупроводниковых. Поляризационные элементы лазерных систем. Модуляторы и затворы, оптомеханические, электрооптические, магнитооптические, акустооптические, фототропные.

### **Тема 5. Волоконно-оптические системы доставки излучения (1 час)**

Типы модулей накачки. Многомодовые оптические волокна для передачи мощного излучения. Конструктивные ограничения. Фокусирующая и согласующая оптика для оптических волокон - основы габаритного и энергетического расчёта. Оптические элементы на концах волокон. Резонаторы типа Фабри-Перо.

### **Тема 6. Лазерная сварка и наплавка (1 час.)**

Лазерная сварка и её сравнение с другими видами соединения материалов. Основные виды сварных соединений. Определение критерия сварки. Теплофизический анализ типовых технологических процессов сварки в приборостроении. Методика анализа процессов лазерной сварки, выбор



материалов и режимов. Металлургические аспекты сварки. Лазерная наплавка. Лазерная обработка металлических и неметаллических материалов. Аддитивные технологии. Термоупрочнение материалов лазерным излучением. Основные предпосылки и особенности. Физические основы процесса лазерного упрочнения, сдвиг критических точек. Теплофизические закономерности: расчет глубины зоны закалки. Виды лазерного упрочнения: в твердой фазе, с переплавом материала, с механическим воздействием импульса отдачи.

#### **Тема 7. Аддитивные технологии (2 час.)**

Изучение SLS, SKM, DLMD, DMP и прочих разновидностей аддитивных процесса.

### **Раздел II. Технологические комплексы на основе волоконных лазеров (8 час.)**

#### **Тема 1. Лазерные технологические комплексы и их производители (8 час.)**

Требования к лазерным технологическим комплексам (ЛТК), постановка технического задания, этапы проектирования ЛТК. Классификация ЛТК, ЛТК с манипуляторами обработки изделий, ЛТК с манипуляторами оптики и излучения, ЛТК смешенного типа. Конструктивные особенности исполнения лазерных элементов, сборка и юстировка ЛТК. Техника безопасности при работе с ЛТК. Тенденции развития современных ЛТК в мире. Экономические аспекты использования ЛТК.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

*Структура и содержание практической части курса включает в себя тематику и содержание практических занятий, семинаров, лабораторных работ.*

### **Практические занятия (18 час.)**

#### **Занятие 1 (3 час.)**

Техника безопасности при работе с электрическими и лазерными установками на производстве и в лаборатории.

#### **Занятие 2 (5 час.)**

Планирование экспериментальных работ по лазерной порошковой наплавке (SLM)

#### **Задание 3 (4 час.)**

Планирование и подготовка эксперимента FDM печати

#### **Задание 4 (6 час.)**

Разбор результатов лабораторных работ

### **Лабораторные работы (18час.)**

#### **1. Лабораторная работа № 1. Исследование SLM технологии на практике (9 час.)**

Цель работы: получение практических навыков и закрепление теоретических знаний в области SLM технологий 3D печати

#### **2. Лабораторная работа № 1. Исследование FDM технологии на практике (9 час.)**

Цель работы: получение практических навыков и закрепление теоретических знаний в области FDM технологий 3D печати

Литература:

Промышленные волоконные лазеры:

[https://www.ipgphotonics.com/ru/products/lasers/nepreryvnye-lazery-vysokoy-moshchnosti#\[spisok-literatury](https://www.ipgphotonics.com/ru/products/lasers/nepreryvnye-lazery-vysokoy-moshchnosti#[spisok-literatury)

Лазерные ЧПУ станки:

<https://infolaser.ru/stati/proizvoditeli-lazernyh-stankov-s-chpu/> ;

<https://www.newlaser.ru/about/> .

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Современные лазерные технологические комплексы на основе волоконных лазеров» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### **IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, уме-

ний, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

*(электронные и печатные издания)*

- 1) А.С. Борейшо, Лазеры: применения и приложения : учебное пособие / А.С. Борейшо, В.А. Борейшо, И.М. Евдокимов, С.В. Ивакин; под редакцией А. С. Борейшо. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 520 с. — ISBN 978-5-8114-2234-0.— Текст: электронный// Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/87570> (дата обращения: 08.03.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
- 2) А.С. Борейшо Лазеры: устройство и действие: учебное пособие / А.С. Борейшо, С.В. Ивакин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-2088-9. — Текст: электронный// Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/93585> (дата обращения: 08.03.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
- 3) А.В. Богданов Волоконные технологические лазеры и их применение : учебное пособие / А.В. Богданов, Ю.В. Голубенко. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 236 с. — ISBN 978-5-8114-2027-8.— Текст: электронный/ Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/101825> (дата обращения: 08.03.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **Дополнительная литература**

*(печатные и электронные издания)*

Волоконные лазеры / Ю. Н. Кульчин [и др.] Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук : научный журнал . - 2015. - № 3. - С. 67-78.

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

*В данном разделе приводится перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины, в виде названия сайта, интернет-портала и т.п. и рабочей гиперссылки. Не допускается размещение ресурсов, содержащих материалы, не соответствующие этическим нормам, в том числе в формате баннеров и т.п.*

1. [https://www.ipgphotonics.com/ru/products/lasers/nepreryvnye-lazery-vysokoy-moshchnosti#\[spisok-literatury\]](https://www.ipgphotonics.com/ru/products/lasers/nepreryvnye-lazery-vysokoy-moshchnosti#[spisok-literatury])

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

*Указывается перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости). Если для данного курса создан ЭУК в интегрированной платформе электронного обучения Blackboard ДВФУ, это также указывается с приложением идентификатора курса.*

Программное обеспечение: не требуется

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

При освоении данной дисциплины основную роль играют аудиторные занятия в виде лекций и самостоятельная работа студентов, заключающаяся в выполнении домашнего задания и изучении прослушанного материала. Для того чтобы осветить современное состояние лазерных технологий в программе предусмотрено использование современных научных работ и публикаций по данной теме и посещение лабораторий ИАПУ ДВО РАН. Рекомендуется посещение студентами научных семинаров и конференций ДВФУ и ИАПУ ДВО РАН, а также в других университетах и институтах.

Для получения практических навыков при работе с мощным промышленным волоконным лазером предусмотрено посещение центра лазерных технологий ИАПУ ДВО РАН.

### **Рекомендации по самостоятельной работе студентов**

Самостоятельная работа студентов состоит из подготовки к практическим занятиям, работы над рекомендованной литературой и лекционным материалам по выполненным конспектам, выполнения заданий преподавателя, написания докладов, подготовки доклада, презентаций по теме практического занятия.

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Учебная дисциплина обеспечена учебно-методической документацией и материалами. Ее содержание представлено в локальной сети кафедры и находится в режиме свободного доступа для студентов. Доступ студентов для самостоятельной подготовки осуществляется через компьютеры дисплейного класса (в стандартной комплектации).



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

---

---

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Современные лазерные технологические комплексы на  
основе волоконных лазеров»**

**Направление подготовки 12.04.01 Приборостроение**

**Магистерская программа «Цифровые лазерные технологии, оптоволо-  
конные сети»**

**Форма подготовки очная**

**Владивосток  
2022**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Современные лазерные технологические комплексы на основе волоконных лазеров» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### **План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине**

<b>№ п/п</b>	<b>Дата/сроки выполнения</b>	<b>Вид самостоятельной работы</b>	<b>Примерные нормы времени на выполнение</b>	<b>Форма контроля</b>
1	15.09-25.12	Задание 1	6	ПР-4
2	15.09-25.12	Задание 2	6	ПР-4
3	15.09-25.12	Задание 3	6	ПР-4
<b>Всего</b>			18	

*ПР-4 - реферат (см. . Положение о фондах оценочных средств образовательных программ высшего образования – программ бакалавриата, специалитета, магистратуры ДВФУ №12-13-850 от 12.05.2015)*

### **Рекомендации по самостоятельной работе студентов**

Самостоятельная работа студентов состоит из подготовки к практическим занятиям, работы над рекомендованной литературой и лекционным материалам по выполненным конспектам, выполнения заданий преподавателя, написания докладов, подготовки доклада, презентаций по теме практического занятия.

### **Методические указания к самостоятельной работе студентов**

<b>№ задания</b>	<b>Тема задания</b>	<b>Содержание задания</b>
1	Написание реферата по заданной теме	Написание реферата по теме: Лазеры и их особенности
2	Написание реферата по заданной теме	Написание реферата по теме: SLS, SLM или SLA технология 3D печати
3	Написание реферата по	Написание реферата по теме: «производители

	заданной теме	аддитивных машин (SLM Solutions, Phenix Systems и т.д.)»
--	---------------	--





МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

---

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по дисциплине «Современные лазерные технологические комплексы на  
основе волоконных лазеров»  
**Направление подготовки 12.04.01 Приборостроение**  
Магистерская программа «Цифровые лазерные технологии, оптоволо-  
конные сети»  
**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2022**

## Паспорт ФОС

Для успешного изучения дисциплины «Современные лазерные технологические комплексы на основе волоконных лазеров» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий (УК-1);
- способен определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы её совершенствования на основе самооценки (УК-6).

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции:

Код и формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-1. Способность анализировать, сравнивать и ставить задачи исследований в области приборостроения на основе подбора и изучения литературных, патентных и других источников информации	ПК-1.1. Умеет применять нормативную документацию в соответствующей области знаний, применять методы анализа научно-технической информации
	ПК-1.2. Знает цели и задачи проводимых исследований и разработок, методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований, методы и средства планирования и организации исследований и разработок.
ПК-6. Способность к анализу эффективности функционирования приборов и систем	ПК-6.1. Умеет анализировать и определять параметры эффективности функционирования приборов и систем
ПК-7. Способность провести анализ поставленной проектной задачи в области приборостроения на основе подбора и изучения литературных и патентных источников	ПК-7.1. Умеет применять актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний при составлении отдельных видов документации на проекты.

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Введение в дисциплину	ПК-1	знает	УО-1	
		ПК-6	умеет	УО-1	
		ПК-7	владеет	УО-1	<i>Вопросы 1, 2</i>
2	Принцип работы	ПК-1	знает	УО-1	

	лазера	<b>ПК-6</b> <b>ПК-7</b>	умеет	УО-1	
			владеет	ПР-1	<i>Вопросы 3-6</i>
3	Основы работы лазерных систем	<b>ПК-1</b> <b>ПК-6</b> <b>ПК-7</b>	знает	УО-1, УО-2	
			умеет	УО-3	
			владеет	ПР-1	<i>Вопрос 7</i>
4	Классификация и виды лазеров	<b>ПК-1</b> <b>ПК-6</b> <b>ПК-7</b>	знает	УО-1, УО-2	
			умеет	УО-3	
			владеет	ПР-1	<i>Вопросы 8-11</i>
5	Волоконно-оптические системы доставки излучения	<b>ПК-1</b> <b>ПК-6</b> <b>ПК-7</b>	знает	УО-1, УО-2	
			умеет	УО-3	
			владеет	ПР-1	<i>Вопросы 12, 13</i>
6	Лазерная сварка и наплавка	<b>ПК-1</b> <b>ПК-6</b> <b>ПК-7</b>	знает	УО-1	
			умеет	УО-1	
			владеет	УО-1	<i>Вопросы 14-17</i>
7	Аддитивные технологии	<b>ПК-1</b> <b>ПК-6</b> <b>ПК-7</b>	знает	УО-1	
			умеет	УО-1	<i>Вопросы 18-21</i>
			владеет	ПР-6	
8	Лазерные технологические комплексы и их производители	<b>ПК-1</b> <b>ПК-6</b> <b>ПК-7</b>	знает	ПР-4	
			умеет		
			владеет		

### Шкала оценивания уровня формирования компетенций

Код индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)		Критерии	Показатели
<b>ПК-1.1</b> <b>ПК-1.2</b>	знает (пороговый уровень)	Естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и технологиями производства лазерной техники	Знание естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и технологиями производства лазерной техники	Способность перечислить естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и технологиями производства лазерной техники
	умеет (про-	Использовать	умение исполь-	способность де-

	двинутой)	естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и технологиями производства лазерной техники	звать естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и технологиями производства лазерной техники	лать анализ поставленной задачи исследований в области лазерных технологий
	владеет (высокий)	Методами математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и технологиями производства лазерной техники	владение методами математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и технологиями производства лазерной техники	способность выполнить задания предусмотренные курсом в установленные сроки в строгом соответствии с предъявляемыми требованиями; способность объяснить и эффективно представить результаты освоения курса
ПК-6.1	знает (пороговый уровень)	Конструкторские решения, разработки типовых процессов контроля параметров механических, оптических и оптоэлектронных деталей и узлов	знание конструкторские решения, разработки типовых процессов контроля параметров механических, оптических и оптоэлектронных деталей и узлов	способность перечислить основные конструкторские решения, разработки типовых процессов контроля параметров механических, оптических и оптоэлектронных деталей и узлов
	умеет (продвинутой)	Оценивать технологичность и проводить технологический контроль простых и средней сложности конструкторских	Умение оценивать технологичность и проводить технологический контроль простых и средней сложности конструкторских	способность оценивать технологичность и проводить технологический контроль простых и средней сложности конструкторских

		решений, разработке типовых процессов контроля параметров механических, оптических и оптоэлектронных деталей и узлов	торских решений, разработке типовых процессов контроля параметров механических, оптических и оптоэлектронных деталей и узлов	структорских решений, разработке типовых процессов контроля параметров механических, оптических и оптоэлектронных деталей и узлов
	владеет (высокий)	Методами оценки технологичности и технологическому контролю простых и средней сложности конструкторских решений, разработке типовых процессов контроля параметров механических, оптических и оптоэлектронных деталей и узлов	владение методами оценки технологичности и технологическому контролю простых и средней сложности конструкторских решений, разработке типовых процессов контроля параметров механических, оптических и оптоэлектронных деталей и узлов	способность выполнить задания предусмотренные курсом в установленные сроки в строгом соответствии с предъявляемыми требованиями; способность объяснить и эффективно представить результаты освоения курса
ПК-7.1	знает (пороговый уровень)	Материалы курса	Знание материалов курса	Способность перечислить основные характеристики технологических комплексов с соответствующими им преимуществами и недостатками
	умеет (продвинутый)	Применять актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний при составлении отдельных видов документации на проекты	Умение использовать полученные в процессе обучения знания	Способность применять полученные знания на практике
	владеет (высокий)	Информацией по технологическим комплексам на основе волоконных ла-	Владение информацией по технологическим комплексам на основе	способность выполнить задания, предусмотренные курсом в установленные

		зеров	волоконных ла- зеров	сроки в строгом соответствии с предъявляемыми требованиями; способность объяснить и эффективно представить результаты освоения курса
--	--	-------	-------------------------	--

\* **Критерий** – это признак, по которому можно судить об отличии состояния одного явления от другого. Критерий шире показателя, который является составным элементом критерия и характеризует содержание его. Критерий выражает наиболее общий признак, по которому происходит оценка, сравнение реальных явлений, качеств, процессов. А степень проявления, качественная сформированность, определенность критериев выражается в конкретных показателях. Критерий представляет собой средство, необходимый инструмент оценки, но сам оценкой не является. Функциональная роль критерия – в определении или не определении существенных признаков предмета, явления, качества, процесса и др.

**Показатель** выступает по отношению к критерию как частное к общему.

Показатель не включает в себя всеобщее измерение. Он отражает отдельные свойства и признаки познаваемого объекта и служит средством накопления количественных и качественных данных для критериального обобщения.

Главными характеристиками понятия «показатель» являются конкретность и диагностичность, что предполагает доступность его для наблюдения, учета и фиксации, а также позволяет рассматривать показатель как более частное по отношению к критерию, а значит, измерителя последнего.

## Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Заполняется в соответствии с Положением о фондах оценочных средств образовательных программ высшего образования – программ бакалавриата, специалитета, магистратуры ДВФУ, утвержденным приказом ректора от 12.05.2015 №12-13-850.

Оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий и выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов за разделы	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A
4 – «хорошо»	85-89	B
	75-84	C
	70-74	D
3 – «удовлетворительно»	65-69	
	60-64	E
2 – «неудовлетворительно»	Ниже 60	F

Расшифровка уровня знаний, соответствующего кредитно-модульной системе и полученным баллам, дается в таблице указанной ниже

Оценка по 5-балльной шкале – оценка по ECTS	Сумма баллов за разделы	Требования к знаниям на устном зачёте/экзамене
<p>«зачтено»/«отлично» – A</p>	<p>90 ÷ 100</p>	<p>Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.</p>
<p>«зачтено»/ «хорошо» – D, C, B</p>	<p>70 ÷ 89</p>	<p>Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.</p>
<p>«зачтено»/ «удовлетворительно» – E, D</p>	<p>60 ÷ 69</p>	<p>Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.</p>
<p>«не зачтено»/ «неудовлетворительно» – F</p>	<p>менее 60</p>	<p>Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.</p>

### Критерии оценки (устный ответ)

**100-85 баллов** - если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

**85-76 - баллов** - ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

**75-61 - балл** - оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

**60-50 баллов** - ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

**Критерии оценки (письменного/устного доклада, реферата, сообщения, эссе, в том числе выполненных в форме презентаций):**

**100-86 баллов** выставляется студенту, если студент выразил своё мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, точно опрелив ее содержание и составляющие. Приведены данные отечественной и зарубежной литературы, статистические сведения, информация нормативно правового характера. Студент знает и владеет навыком самостоятельной исследовательской работы по теме исследования; методами и приемами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно.

**85-76 - баллов** - работа характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при



объяснении смысла или содержания проблемы. Для аргументации приводятся данные отечественных и зарубежных авторов. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Допущены одна-две ошибки в оформлении работы.

**75-61** балл - студент проводит достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимает базовые основы и теоретическое обоснование выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой теме. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы, оформлении работы.

**60-50** баллов - выставляется студенту, если работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст без каких бы то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допущено три или более трех ошибок в смысловом содержании раскрываемой проблемы, в оформлении работы.

### **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Современные лазерные технологические комплексы на основе волоконных лазеров» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

По дисциплине «Современные лазерные технологические комплексы на основе волоконных лазеров» предусмотрены виды промежуточной аттестации: зачет. Зачет проводится с использованием оценочных средств устного опроса в форме собеседования и письменного тестирования.

*В зависимости от вида промежуточного контроля по дисциплине и формы его организации могут быть использованы различные критерии оценки знаний, умений и навыков.*

*Указывается, какой именно вид промежуточной аттестации (экзамен, зачет, дифференцированный зачет) предусмотрен по дисциплине, в какой форме (устной, письменной), с использованием каких оценочных средств (устный опрос в форме ответов на вопросы экзаменационных билетов, устный опрос в форме собеседования, выполнение письменных заданий, тестирование и т.д.) он проводится.*

*Дается краткая характеристика процедуры применения используемого оценочного средства.*

*Приводятся вопросы, задания к экзамену (зачету), образец экзаменационного билета с пояснением принципа его составления (если по дисциплине предусмотрен экзамен), критерии оценки к экзамену (зачету).*

<b>Список вопросов к зачёту</b>		
<b>Раздел</b>	<b>Тема</b>	<b>Вопрос</b>
Современ-	Введение в дис-	1. Дайте определение понятию «лазер»

ные лазер- ные техно- логии	циплину	2. Техника безопасности при работе с лазерным оборудо- ванием
	Принцип работы лазера	3. Описать принцип действия твердотельных YAG:Nd <sub>3</sub> +лазеров
		4. Описать конструктивные особенности YAG:Nd <sub>3</sub> +лазеров
		5. Опишите принцип действия газового лазера
		6. Опишите принцип действия лазера на светодиодах
	Основы работы лазерных систем	7. Опишите принцип работы лазера
	Классификация и виды лазеров	8. Перечислить виды лазеров
		9. Перечислите известные Вам типы активной среды ис- точников лазерного излучения
		10. Перечислите известные Вам способы накачки актив- ной среды
		11. Перечислите известные Вам характеры излучения ла- зера и их энергию
	Современ- ные лазер- ные техно- логии	Волоконно- оптические сис- темы доставки излучения
		13. Каким способом можно соединить оптическое волок- но
Лазерная сварка и наплавка		14. Опишите принцип лазерной сварки металлов
		15. Перечислите преимущества и недостатки лазерной сварки
		16. Опишите принцип лазерной наплавки
		17. Перечислите преимущества и недостатки лазерной наплавки металлов
Аддитивные технологии		18. Перечислите известные Вам аддитивные технологии
		19. Перечислите преимущества и недостатки SLS техно- логии 3D печати

		20. Перечислите преимущества и недостатки SLM технологии 3D печати
		21. Перечислите преимущества и недостатки SLA технологии 3D печати

### **Оценочные средства для текущей аттестации**

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Современные лазерные технологические комплексы на основе волоконных лазеров» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Современные лазерные технологические комплексы на основе волоконных лазеров» проводится в форме контрольных мероприятий (реферата, опроса и практической работы) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

<b>Тема</b>	<b>Вопросы текущей аттестации</b>
Техника безопасности при работе с лазерами и технологическими комплексами на основе волоконных лазеров	1. Перечислите основные поражающие факторы при работе с лазерным излучением
	2. Перечислите основные средства индивидуальной защиты при работе с лазерным излучением
	3. Перечислите основные средства коллективной защиты при работе с лазерным излучением
	4. Опишите требования к помещениям, в которых ведутся работы с источниками лазерного излучения
Технологические комплексы с волоконными лазерами	1. Дайте определение понятию «технологический комплекс»
	2. Опишите преимущества технологических комплексов с волоконными лазерами
	3. Опишите недостатки технологических комплексов с волоконными лазерами
	4. Приведите пример производства, в котором может эффективно применяться технологический комплекс на основе волоконного лазера

Ответ на контрольный вопрос оценивается преподавателем в соответствии с критериями оценки ответа на устный вопрос.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

---

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ\***  
**по дисциплине «Современные лазерные технологические**  
**комплексы на основе волоконных лазеров»**  
**Направление подготовки 12.04.01 Приборостроение**  
**Магистерская программа «Цифровые лазерные технологии, оптоволо-**  
**конные сети»**  
**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2022**

*\*При наличии опубликованных методических указаний по дисциплине*