

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 09 » октября 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Лазерные технологии обработки материалов  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** бакалавриат  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 144 (4)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Материаловедение и технологии материалов (общий профиль,  
СУОС)  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Дисциплина имеет целью сформировать у студентов представление о современных методах лазерной обработки конструкционных и функциональных материалов.

Задачи дисциплины:

- изучить принципы генерации когерентного излучения и основные закономерности его воздействия на материалы;
- изучить методы обработки материалов лазерным излучением;
- уметь правильно выбирать метод и параметры обработки для конкретных случаев.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- принципы генерации когерентного излучения;
- закономерности взаимодействия лазерного излучения с твёрдым веществом;
- разновидности лазерной обработки материалов;
- общее устройство лазерного оборудования.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.4	ИД-1ПК-2.4	Знает физико-химические основы и методы лазерной обработки порошковых, композиционных и наноматериалов и изделий из них	Знает физико-химические основы и методы получения порошковых, композиционных и наноматериалов и способов высокоэнергетической обработки материалов и изделий из них	Экзамен
ПК-2.4	ИД-2ПК-2.4	Умеет подбирать технологические параметры процессов лазерной обработки порошковых, композиционных материалов и наноматериалов и изделий из них	Умеет подбирать технологические параметры процессов производства порошковых, композиционных материалов и наноматериалов и высокоэнергетической обработки материалов и изделий из них	Отчёт по практическому занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.4	ИД-3ПК-2.4	Владеет навыками определения характеристик и подбора регулируемых параметров процесса лазерной обработки материалов, анализа полученных результатов и определение оптимальных параметров процесса лазерной обработки материалов.	Владеет навыками определения характеристик и подбора регулируемых параметров технологического процесса; анализа полученных результатов и определение оптимальных параметров процесса производства	Защита лабораторной работы
ПК-2.6	ИД-1ПК-2.6	Знает физические принципы работы, область применения и принципиальные ограничения методов и средств испытаний материалов, подвергшихся лазерной обработке; методики выполнения измерений, контроля и испытаний изготавливаемых материалов и изделий из них; требования к качеству изготавливаемых в организации изделий; методики статистической обработки результатов измерений и контроля	Знает физические принципы работы, область применения и принципиальные ограничения методов и средств испытаний; методики выполнения измерений, контроля и испытаний изготавливаемых материалов и изделий из них; требования к качеству изготавливаемых в организации изделий; методики статистической обработки результатов измерений и контроля	Экзамен
ПК-2.6	ИД-2ПК-2.6	Умеет использовать методики измерений, контроля и испытаний материалов, подвергнутых лазерной обработке; применять измерительное оборудование, необходимое для проведения измерений и испытаний; выполнять статистическую обработку результатов измерений и контроля; рассчитывать погрешности (неопределенности) результатов измерений	Умеет использовать методики измерений, контроля и испытаний изготавливаемых материалов; применять измерительное оборудование, необходимое для проведения измерений и испытаний; выполнять статистическую обработку результатов измерений и контроля; рассчитывать погрешности (неопределенности) результатов измерений	Отчёт по практическом у занятию
ПК-2.6	ИД-3ПК-2.6	Владеет навыками контроля параметров	Владеет навыками контроля параметров и	Защита лабораторно

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		лазерной обработки изделий, обработки данных, полученных при испытаниях; оформления документации по результатам контроля и испытаний	испытаний изготавливаемых изделий; обработки данных, полученных при испытаниях; оформления документации по результатам контроля и испытаний	й работы

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	72	72	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	32	32	
- лабораторные работы (ЛР)	18	18	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	18	18	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
7-й семестр				
Введение	2	0	0	2
Области применения и перспективы развития лазерной техники и технологии				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
1.1 Физические принципы генерации лазерного излучения	3	0	3	6
Поверхностная лазерная закалка сплавов. Получение поверхностных покрытий с помощью лазерного излучения. Лазерная сварка металлов. Лазерное разделение конструкционных материалов. Лазерная размерная обработка. Лазерные технологии в микроэлектронике. Методы быстрого прототипирования с использованием лазерного излучения. Прочие виды лазерной обработки.				
1.3 Физические процессы при взаимодействии лазерного излучения с материалами	3	0	3	8
Энергетические условия взаимодействия лазерного излучения при обработке материалов. Плазменные процессы при лазерной обработке. Тепловые процессы при лазерном воздействии.				
1.4 Термодеформационные процессы и превращения в металлах при воздействии лазерного излучения	3	0	3	6
Деформации и напряжения при лазерной обработке. Теоретические методы определения деформаций и напряжений. Экспериментальные методы определения деформаций и напряжений. Особенности распределения остаточных деформаций и напряжений. Технологическая прочность металлов при лазерной обработке.				
Поверхностная лазерная закалка сплавов	3	4	3	8
Классификация методов поверхностной лазерной обработки. Особенности фазовых переходов и формирования структур при лазерном нагреве железоуглеродистых сплавов. Структура и механизмы упрочнения цветных металлов и сплавов. Основные параметры импульсной лазерной закалки и характеристики упрочненной поверхности. Основные параметры лазерной закалки непрерывными лазерами и характеристики упрочненной поверхности. Лазерный отжиг. Лазерный отпуск.				
Получение поверхностных покрытий с помощью лазерного излучения	3	6	3	6
Лазерное поверхностное легирование. Лазерная наплавка.				
Лазерная сварка металлов	3	0	0	8
Классификация способов лазерной сварки. Технологические особенности лазерной сварки. Физические процессы образования сварного соединения. Технология лазерной сварки. Примеры промышленного применения лазерной				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
сварки.				
Лазерное разделение конструкционных материалов	3	6	3	6
Особенности лазерного разделения материалов. Технология лазерной резки неметаллических материалов. Лазерная обработка хрупких материалов. Технология газолазерной резки металлических материалов.				
Лазерная размерная обработка	3	0	0	8
Лазерная маркировка и гравировка. Лазерная обработка отверстий. Прочие виды лазерной обработки.				
Методы быстрого прототипирования с использованием лазерного излучения	3	0	0	6
Особенности консолидации порошковых материалов при лазерной обработке. Виды комплексов быстрого прототипирования.				
Оборудование для лазерной обработки материалов	3	2	0	8
Специализированные комплексы. Универсальные лазерные комплексы. Комбинированные системы.				
<b>ИТОГО по 7-му семестру</b>	<b>32</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>72</b>
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>32</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>72</b>

#### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Расчёт энергетических параметров твердотельных лазеров
2	Расчёт экономического эффекта от использования лазера при резке металла.
3	Проектирование режимов размерной лазерной обработки.
4	Импульсная лазерная обработка неподвижным точечным источником
5	Расчёт глубины термического воздействия при лазерной термообработке.
6	Лазерная обработка быстро движущимся источником.

#### Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Ознакомление с устройством, принципом работы и управлением лазером «ЛС-1»
2	Исследование лазерной поверхностной закалки сталей.
3	Исследование лазерной резки металлов.

<b>№ п.п.</b>	<b>Наименование темы лабораторной работы</b>
4	Исследование лазерной наплавки металлов.

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

<p>Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.</p> <p>Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.</p> <p>Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.</p> <p>При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.</p>
--

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

<p>При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.</li> <li>2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.</li> <li>3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.</li> <li>4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.</li> </ol>
---

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

<b>№ п/п</b>	<b>Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)</b>	<b>Количество экземпляров в библиотеке</b>
<b>1. Основная литература</b>		

1	Лазерная обработка неметаллических материалов / А. Г. Григорьянц, А. А. Соколов. - Москва: , Высш. шк., 1988. - (Лазерная техника и технология : учебное пособие для втузов : в 7 кн.; Кн. 4).	12
2	Лазерная резка металлов / А. Г. Григорьянц, А. А. Соколов. - Москва: , Высш. шк., 1988. - (Лазерная техника и технология : учебное пособие для втузов : в 7 кн.; Кн. 7).	13
3	Методы поверхностной лазерной обработки / А. Г. Григорьянц, А. Н. Сафонов. - Москва: , Высш. шк., 1987. - (Лазерная техника и технология : учебное пособие для втузов : в 7 кн.; Кн. 3).	11
4	Физические основы технологических лазеров / В. С. Голубев, Ф. В. Лебедев. - Москва: , Высш. шк., 1987. - (Лазерная техника и технология : учебное пособие для втузов : в 7 кн.; Кн. 1).	10
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Григорьянц А. Г. Оборудование и технология лазерной обработки материалов : учебник для профессионально-технических училищ / А. Г. Григорьянц, И. Н. Шиганов. - Москва: Высш. шк., 1990.	7
2	Григорьянц А.Г. Технологические процессы лазерной обработки : учебное пособие для вузов / А. Г. Григорьянц, И. Н. Шиганов, А. И. Мисюров. - Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008.	4
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Григорьянц А. Г. Технологические процессы лазерной обработки : учебное пособие для вузов / Григорьянц А. Г., Шиганов И. Н., Мисюров А. И. - Москва: МГТУ им. Баумана, 2006.	<a href="http://elib.pstu.ru/vufind/Record/IanRU-LAN-BOOK-106474">http://elib.pstu.ru/vufind/Record/IanRU-LAN-BOOK-106474</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Лазерная резка металлов / А. Г. Григорьянц, А. А. Соколов. - Москва: , Высш. шк., 1988. - (Лазерная техника и технология : учебное пособие для втузов : в 7 кн.; Кн. 7).	<a href="http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib3058">http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib3058</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Лазерная сварка металлов / А. Г. Григорьянц, И. Н. Шиганов. - Москва: , Высш. шк., 1988. - (Лазерная техника и технология : учебное пособие для втузов : в 7 кн.; Кн. 5).	<a href="http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib3057">http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib3057</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ

### 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 8.1 (подп. Azure Dev Tools for Teaching )
Операционные системы	MS Windows XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022 )
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567

### 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

### 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Иттербиевый волоконный лазер "ЛС-1"	1
Лекция	Мультимедийный проеcтор	1
Лекция	Ноутбук	1
Практическое занятие	Комплекс "Фемтоскан"	1

### 8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
для проведения промежуточной аттестации по дисциплине  
«Лазерные технологии обработки материалов»  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

**Направление подготовки:** 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

**Направленность (профиль) образовательной программы:** Материаловедение и технологии авиационно-космических материалов

**Квалификация выпускника:** «Бакалавр»

**Выпускающая кафедра:** Механика композиционных материалов и конструкций

**Форма обучения:** Очная

**Курс:** 4

**Семестр:** 7

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: 4 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 144 ч.

**Форма промежуточной аттестации:**

Дифференцированный зачет: 7 семестр

Пермь 2023

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, обучающихся по дисциплине.

### 1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (7-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и дифференцированного зачёта. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1 - Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля					Итоговый Зачет
	Текущий	Рубежный			Зачет	
	ТК	ПК	ПЗ	ЛР		
<b>Усвоенные знания</b>						
–Знает физико-химические основы и методы получения порошковых, композиционных и наноматериалов и способов высокоэнергетической обработки материалов и изделий из них	+	+				+
- Знает физические принципы работы, область применения и принципиальные ограничения методов и средств испытаний;	+	+				+
–методики выполнения измерений, контроля и испытаний изготавливаемых материалов и изделий из них;	+	+				+
– требования к качеству изготавливаемых в организации изделий;		+				+
– методики статистической обработки результатов измерений и контроля.		+				+
<b>Освоенные умения</b>						
– Умеет подбирать технологические параметры процессов производства порошковых, композиционных материалов и наноматериалов и высокоэнергетической обработки материалов и изделий из них;		+	+			+
– Умеет использовать методики измерений, контроля и		+	+			+

испытаний изготавливаемых материалов;						
– применять измерительное оборудование, необходимое для проведения измерений и испытаний;		+	+			+
– выполнять статистическую обработку результатов измерений и контроля;		+	+			+
– рассчитывать погрешности (неопределенности) результатов измерений.		+	+			+
<b>Приобретенные владения</b>						
– Владеет навыками определения характеристик и подбора регулируемых параметров технологического процесса;				+		+
– анализа полученных результатов и определение оптимальных параметров процесса производства;				+		+
– Владеет навыками контроля параметров и испытаний изготавливаемых изделий;				+		+
– обработки данных, полученных при испытаниях;				+		+
– оформления документации по результатам контроля и испытаний.				+		+

Примечание:

ТК – текущий контроль в форме контрольной работы (контроль знаний по теме);

ПК – промежуточный контроль в форме контрольной работы (контроль знаний по теме);

ПЗ – выполнение практических работ (оценка умений);

ЛР – выполнение лабораторных работ с подготовкой отчёта (оценка владения);

РГР – расчетно-графические работы (оценка умений и владений).

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;
- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль в форме текущей контрольной работы, тестирования, опроса по тематике, изучаемой самостоятельно. Результаты по 4-х балльной шкале оценивания учитываются при проведении промежуточной аттестации.

Текущему контролю подлежит посещаемость студентами аудиторных занятий. Пример вопросов приведен в ПРИЛОЖЕНИИ 1.

### **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится по каждому учебному модулю в следующих формах:

- защита лабораторных работ (модули 1, 2);
- контрольные работы (тестирование) (модули 1, 2).

#### **2.2.1. Защита лабораторных работ**

Темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Результаты защиты лабораторных работ по 4-балльной шкале оценивания учитываются при проведении промежуточной аттестации. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.2.2. Контрольные работы (тестирование)**

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (тестирование) после изучения студентами учебных модулей дисциплины. Результаты рубежной контрольной работы по 4-балльной шкале оценивания знаний и умений учитываются при проведении промежуточной аттестации.

Пример вопросов приведен в ПРИЛОЖЕНИИ 2. Полный комплект вопросов для рубежного тестирования хранится на кафедре ведущей дисциплину. Результаты рубежного тестирования по 4-балльной шкале оценивания знаний, умений учитываются при проведении промежуточной аттестации.

Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Промежуточная аттестация обучающихся ориентирована на оценку освоения заданных компетенций по достигнутым результатам обучения: приобретенным знаниям, умениям и навыкам. В конце изучения дисциплины для оценивания

окончательных результатов обучения предусмотрена промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачета.

### **2.3.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания**

Зачет по дисциплине основывается на результатах текущего и рубежного контроля выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Полученные интегральные оценки за образовательные результаты заносятся в оценочный лист. Типовые шкала, критерии оценки и форма оценочного листа приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.3.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания**

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных дисциплинарных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролируемые уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний для зачета по дисциплине приведены в ПРИЛОЖЕНИИ 3. Примерный билет для зачета представлен в ПРИЛОЖЕНИИ 4.

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

**Вопросы для контроля текущих знаний**

1. Назовите виды лазерной обработки металлов.
2. Опишите физические принципы генерации лазерного излучения.
3. Опишите физические принципы взаимодействия лазерного излучения с металлами.
4. Как осуществляется лазерная закалка стали.
5. Для каких материалов можно использовать лазерную закалку?
6. Назовите виды лазерной термообработки металлов и сплавов и их назначение.
7. Что означает лазерное поверхностное легирование.
8. Для каких целей используют лазерную наплавку.
9. В чём особенности лазерной сварки по сравнению с другими видами сварки?
10. Опишите технологические особенности лазерной сварки.
11. Что такое гибридные технологии лазерной сварки.
12. Опишите особенности лазерной резки металлов.
13. Можно ли применять лазерную резку для неметаллических материалов?
14. Опишите технологию газолазерной резки металлов.
15. Для каких целей используют лазерную гравировку и маркировку?
16. Классификация лазеров по типу источника.
17. Назовите классификацию лазерных установок по назначению.
18. Как применяют лазерные технологии в микроэлектронике?
19. Для чего используют селективное лазерное спекание?
21. Что такое лазерная ударная обработка материалов?

**Примерные вопросы для контрольных работ**  
**Вариант № 1**

1. Опишите особенности и варианты применения гибридных технологий лазерной сварки.
2. Опишите особенности и области применения диодных лазеров.

### **Вопросы для дифференцированного зачёта**

1. Назовите виды лазерной обработки металлов.
2. Опишите физические принципы генерации лазерного излучения.
3. Опишите физические принципы взаимодействия лазерного излучения с металлами.
4. Основные механизмы лазерной закалки стали.
5. Структура и механизмы лазерного упрочнения цветных металлов и сплавов.
6. Виды лазерной термообработки металлов и сплавов.
7. Способы лазерного поверхностного легирования.
8. Лазерная наплавка.
9. Классификация способов лазерной сварки.
10. Технологические особенности лазерной сварки.
11. Гибридные технологии лазерной сварки.
12. Особенности лазерной резки металлов.
13. Технология лазерной резки неметаллических материалов.
14. Технология газолазерной резки металлов.
15. Особенности лазерной гравировки, маркировки и обработки отверстий.
16. Классификация лазеров по типу источника.
17. Классификация лазерных установок по назначению.
18. Лазерные технологии в микроэлектронике.
19. Технология селективного лазерного спекания.
20. Интенсификация механической обработки с использованием лазерного излучения.
21. Лазерная ударная обработка материалов.
22. Лазерная пайка металлов с керамикой.

**Пример билета для дифференцированного зачёта**

**БИЛЕТ № 1**

1. Способы лазерного поверхностного легирования.
2. Выберите тип и мощность лазера для проведения лазерной сварки труб с толщиной стенки 2 мм.