

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

« 16 » февраля 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Прогрессивные методы обработки материалов и процессы измерений в современной промышленности  
(наименование)

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

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

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

**Направление подготовки:** 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Обеспечение эффективности технологических процессов жизненного цикла изделия  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель - формирование знаний современных методов обработки, получения и контроля деталей машиностроения, научных исследований в этой области; умения использовать эти методы в профессиональной деятельности.

Задачи:- приобретение знаний о прогрессивных способах обработки деталей и синтеза изделий;  
- приобретение знаний о современных методах контроля и измерений деталей и изделий, их принципов и особенностей;  
- формирование умений выполнять необходимые расчеты при выборе новых методов обработки или синтеза деталей.  
- формирование навыков оптимального выбора метода обработки контроля качества деталей и изделий для конкретных производственных условий с учетом экономической эффективности, производительности и материалоемкости.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Изучаемые объекты:

- современные тенденции в традиционных методах обработки деталей;
- современные технологии обработки деталей с использованием различных видов энергии и эффекторов;
- технологии размерной обработки с наращиванием конечного объема детали, в т.ч. синтез деталей;
- контроль качества и испытания изделий;
- прогрессивные способы контроля (измерений) изделия (контактный, фотограмметрический, лазерный и основанный на использовании структурированного белого света).

### 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
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-1ПК-1.1	<p>Знает: особенности профессиональной эксплуатации контактно-измерительных машин, оптических систем измерения и оборудования, использующего физические методы контроля остаточных напряжений и качества поверхности.</p> <p>Знает: методы организации и эффективного осуществления контроля качества материалов, средств технологического оснащения, технологических процессов, готовой продукции с применением контактных и бесконтактных неразрушающих методов контроля.</p> <p>Знает: современные тенденции в традиционных методах обработки деталей и технологий обработки и изготовления деталей с использованием различных видов энергии</p>	<p>Знает методы и средства планирования и организации исследований и разработок, методы внедрения результатов исследований и разработок, сопоставительный анализ объекта техники с охраняемыми объектами промышленной собственности, международные стандарты ISO конструкторской и технологической документации по обеспечению качества, автоматизированные системы производства машиностроительных изделий и управления жизненным циклом продукции в машиностроении, отечественный и зарубежный опыт, организационные, технические и экономические процессы функционирования современного машиностроительного производства, методы проектирования производства и конструкций машиностроительных изделий</p>	Дифференцированный зачет
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	<p>Умеет: применять в профессиональной деятельности знания о современных методах обработки деталей и технологий обработки и изготовления деталей с использованием различных видов энергии.</p> <p>Умеет: организовывать и эффективно осуществлять контроль качества материалов,</p>	<p>Умеет использовать методы анализа применимости в объекте исследований известных объектов промышленной (интеллектуальной) собственности, оказывать информационную поддержку жизненного цикла в области накопления, хранения и сопровождения данных об изделии машиностроения, использовать современные</p>	Отчёт по практическом у занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		<p>средств технологического оснащения, технологических процессов, готовой продукции с применением контактных и бесконтактных неразрушающих методов контроля.</p> <p>Умеет: профессионально эксплуатировать контактно-измерительные машины, оптические системы измерения и оборудования, использующего физические методы контроля остаточных напряжений и качества поверхности.</p>	<p>программные продукты по обеспечению жизненного цикла изделия, обосновывать количественные и качественные требования к производственным ресурсам, необходимым для решения поставленных профессиональных задач, выявлять преимущества и недостатки в содержании и организации этапов жизненного цикла машиностроительной продукции, разрабатывать и оценивать предложения по их совершенствованию, производить оценку конкурентоспособности и анализ коммерческого потенциала выпускаемой продукции, действующих и новых технологий</p>	
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	<p>Владеет: опытом применения современных методов обработки деталей и технологий обработки и изготовления деталей с использованием различных видов энергии.</p> <p>Владеет: опытом применения методов контроля качества материалов, средств технологического оснащения, технологических процессов, готовой продукции с применением контактных и бесконтактных неразрушающих методов контроля.</p> <p>Владеет: опытом профессиональной эксплуатации контактно-измерительных машин, оптических систем</p>	<p>Владеет навыками сбора и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок, теоретического обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений, сопровождения жизненного цикла продукции машиностроения на этапах проектирования и производства, реализации отдельных этапов, анализа взаимосвязей стадий жизненного цикла продукции машиностроения, оценки эффективности процесса изготовления продукции машиностроения, оптимизации технических и технологических процессов изготовления</p>	Защита лабораторной работы

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		измерения и оборудования, использующего физические методы контроля остаточных напряжений и качества поверхности.	продукции машиностроения, разработки мероприятий по своевременному устранению недостатков содержания и организации всех этапов жизненного цикла продукции машиностроения	

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		4	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	8	8	
- лабораторные работы (ЛР)	18	18	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	26	26	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	90	90	
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	
4-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Современные тенденции в традиционных методах обработки деталей.	2	4	11	20
Тема 1. Новые направления в лезвийной обработке металлов. Повышение производительности. Высокоскоростная обработка. Современные высокопроизводительные станки, обрабатывающие центры. Тема 2. Современные методы финишной обработки деталей. Обработка абразивным инструментом. Ультразвуковая обработка. Пластическое деформирование поверхности. Галтовка. Тема 3. Совершенствование режущего инструмента. Современный инструмент, особенности его геометрии. Новые инструментальные материалы. Защитные износостойкие покрытия. Настройка инструмента. Тема 4. Современные методы проектирования и верификации технологии. САМ-модули современных САПР. Средства верификации. Программа Vericut.				
Современные технологии обработки и изготовления деталей с использованием различных видов энергии.	2	4	3	20
Тема 5. Обработка с использованием энергии жидкости. Гидроструйная и гидроабразивная обработка. Суть метода. Возможности. Применяемое оборудование. Расходные материалы. Тема 6. Электрохимическая, электроэрозионная, электронно-лучевая и светолучевая обработка. Сущность методов. Энергоемкость. Область применения. Оборудование. Режимы. Расходные материалы. Тема 7. Плазменная и ультразвуковая обработка. Сущность методов. Энергоемкость. Область применения. Оборудование. Режимы. Расходные материалы. Тема 8. Методы обработки наращиванием объема деталей и 3D синтез. Предпосылки возникновения. Применяемые технологические методы. Возможности применения. Оборудование. Реверс-инжиниринг.				
Прогрессивные методы измерений и контроля деталей и изделий.	1	4	2	20
Тема 9. Обзор способов контроля размеров деталей и изделий. Современный универсальный мерительный инструмент. Разновидности контактных и бесконтактных				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
методов контроля. Обзор применяемого оборудования. Контактный универсальный мерительный инструмент, его возможности, современные модификации, ведущие производители. Тема 10. Высокоточные автоматизированные методы контроля. Контактный и оптический методы контроля. Применяемое оборудование. Координатно-измерительная машина ACCURA II Aktiv. Оптическая измерительная система ATOS III XL+TRITOR.				
Неразрушающие методы контроля качества деталей и изделий.	3	6	10	30
Тема 11. Коэффициенты запаса прочности. Критерии прочности. Физико-механические свойства материалов. Диаграммы деформирования. Предельные состояния. Коэффициенты запаса прочности. Критерии прочности. Циклическое нагружение, мало- и многоцикловая усталость, законы Коффина – Менсона. Тема 12. Концентраторы напряжений (конструктивные, технологические, эксплуатационные) и их влияние на НДС. Разрушение материала от дефектов, образование усталостных трещин от объемных дефектов, потеря пластической устойчивости. Оценка влияния трещин и трещиноподобных дефектов. Понятие о коэффициенте интенсивности напряжений (КИН). Тема 13. Физические методы контроля остаточных напряжений и качества поверхности. Метод регистрации шумов Баркгаузена. Приборы, использующие этот метод. Тензометрия. Виды тензодатчиков и принцип их работы. Измерение параметров НДС с помощью метода рентгеновской дифрактометрии. Тепловизионный контроль.				
ИТОГО по 4-му семестру	8	18	26	90
ИТОГО по дисциплине	8	18	26	90

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Способы повышения производительности и ее расчет.
2	Расчет режимов алмазного выглаживания

<b>№ п.п.</b>	<b>Наименование темы практического (семинарского) занятия</b>
3	Расчет остаточных напряжений в поверхностном слое детали
4	Выбор геометрии инструмента по назначению
5	Проектирование технологии обработки в NX
6	Расчет машинного и штучного времени для различных методов обработки деталей
7	Выбор метода контроля деталей
8	Расчёт напряженно-деформированного состояния деталей с использованием метода конечных элементов
9	Расчёт предельных размеров трещин с использованием коэффициента концентрации напряжений.
10	Изучение конструкции приборов для оценки качества поверхности методом шумов Баркгаузена
11	Изучение конструкции и особенностей работы роботизированного комплекса для измерения остаточных напряжений XSTRESS 3000
12	Изучение принципов определения температуры при обработке деталей с использованием тепловизионной техники

#### Тематика примерных лабораторных работ

<b>№ п.п.</b>	<b>Наименование темы лабораторной работы</b>
1	Настройка инструмента на приборе Zoller
2	Получение детали на 3D принтере
3	Контроль детали на оптической измерительной системе ATOS
4	Оценка качества поверхности деталей метод регистрации шумов Баркгаузена
5	Определение остаточных напряжений методом рентгеновской дифрактометрии
6	Применение тепловизионной техники для контроля тепловых процессов в технологии обработки деталей

## 5. Организационно-педагогические условия

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

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой 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 установления связей с ранее освоенным материалом.

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.

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.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

Модель образовательного процесса базируется на деятельностном подходе к процессу обучения, т.е. теоретический курс (лекции) составляет не более 15% аудиторных занятий и основное внимание уделяется самостоятельному освоению студентами материалов учебника. Занятия проводятся по разработанному курсу лекций. К пассивным методам обучения по данной дисциплине относятся лекции. Во время лекций производится передача основ теоретических знаний от преподавателя студентам. Ходом занятий управляет преподаватель, студенты выступают в роли слушателей, задающих при необходимости уточняющие вопросы, при этом студенты усваивают знания, которые должны составлять основу для понимания места и роли данной дисциплины в современном машиностроительном производстве. К активным и интерактивным методам относятся практические и лабораторные занятия. На практических занятиях студенты под руководством преподавателя приобретают умения выбирать оборудование и инструмент для техпроцессов машиностроительного производства, производить необходимые технологические расчеты, проводить проектирование техпроцессов в САПР. На лабораторных работах студенты приобретают навыки настройки инструмента, 3D синтеза деталей, оптического контроля геометрии детали. Взаимодействие преподавателя и студентов организуется в форме диалога. Студенты при этом являются активными участниками занятия и при наличии необходимых способностей могут осваивать материал самостоятельно. Таким образом, данные виды занятий является тренингом, в котором основное внимание уделяется практической отработке изучаемого материала, когда обучающиеся имеют возможность развить и закрепить необходимые знания и навыки, сформировать свое отношение к собственному опыту и применяемым подходам.

## 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
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.

Самостоятельная работа ориентирована на доминирование активности студентов в процессе обучения. Место преподавателя сводится к направлению деятельности студентов на достижение поставленных целей и ограничивается рекомендациями по технике применения соответствующего материала из основного учебника и информации, самостоятельно выявленной в интернете. Контроль уровня сформированности компетенций производится как в процессе обучения в ходе текущего и рубежного контроля знаний и умений, так и при итоговом контроле в виде зачета.

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

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Кем А.Ю. Малоотходные и ресурсосберегающие технологические процессы в машиностроении : учебное пособие для вузов / А.Ю. Кем. - Ростов-на-Дону: Изд-во ДГТУ, 2007.	5
2	Ярушин С. Г. Технологические процессы в машиностроении : учебник для бакалавров / С. Г. Ярушин. - Москва: Юрайт, 2011.	123
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Брюханов В. Н. Автоматизация машиностроительного производства : учебное пособие для вузов / В. Н. Брюханов, А. Г. Схиртладзе, В. П. Вороненко. - Москва: Станкин, 2003.	9
2	Ермаков Ю. М. Комплексные способы эффективной обработки резанием / Ю. М. Ермаков. - М.: Машиностроение, 2003.	5
3	Неразрушающий контроль и диагностика : справочник / В. В. Клюев [и др.]. - Москва: Машиностроение, 2005.	9
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Вестник машиностроения : научно-технический и производственный журнал / Машиностроение; Вестник машиностроения. - Москва: Машиностроение, 1921 - .	
2	Реферативный журнал. 14. Технология машиностроения : сводный том / Российская академия наук ; Всероссийский институт научной и технической информации ; Академия наук СССР ; Всесоюзный институт научной и технической информации. - Москва: ВИНТИ, 1970 - .	

3	Станочный парк : оборудование: металлообрабатывающее, кузнечно-прессовое, термическое, сварочное, деревообрабатывающее : ежемесечный специализированный журнал / СтанВерс. - Санкт-Петербург: СтанВерс, 2003 - .	
<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)
Дополнительная литература	Международный стандарт инженерных расчетов	<a href="http://www.pts-russia.com/products/mathcad.htm">http://www.pts-russia.com/products/mathcad.htm</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Дополнительная литература	Примерная ООП ВПО по направлению 151900.68	<a href="http://www.stankin.ru/education/umo/sample_151900_bachelor.pdf">http://www.stankin.ru/education/umo/sample_151900_bachelor.pdf</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Дополнительная литература	Промышленные предприятия Пермского края	<a href="http://ru.wikipedia.org/wiki/%CF%F0%E0%EC%FB%F8%EB%E5%ED%ED%FB%E5_%EF%F0%E5%E4%EF%F0%E8%FF%F2%E8%FF_%CF%E5%F0%EC%F1%EA%EE%E3%EE_%EA%F0%E0%FF">http://ru.wikipedia.org/wiki/%CF%F0%E0%EC%FB%F8%EB%E5%ED%ED%FB%E5_%EF%F0%E5%E4%EF%F0%E8%FF%F2%E8%FF_%CF%E5%F0%EC%F1%EA%EE%E3%EE_%EA%F0%E0%FF</a>	сеть Интернет; свободный доступ

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

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	NX Academic Perpetual License Core +CAD +CAE +CAM (договор №P/43469-02-ПНИПУ от 03.12.2015)
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	Компас-3D V14, ПНИПУ 2013 г.

#### **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	Бесконтактная оптическая измерительная система ATOS	1
Лабораторная работа	Координатно-измерительная машина Carl Zeiss ACCURA II	1
Лабораторная работа	Роботизированный лабораторный комплекс "Xstress Robot"	1
Лекция	Компьютерный класс с презентационным оборудованием	1
Практическое занятие	Компьютерный класс с презентационным оборудованием	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 обучающихся по дисциплине  
«Прогрессивные методы обработки материалов и процессы измерений в  
современной промышленности»**

***Приложение к рабочей программе дисциплины***

**Направление подготовки:** 15.04.05 Конструкторско-технологическое  
обеспечение машиностроительных  
производств»

**Направленность (профиль)  
образовательной программы:** Обеспечение эффективности технологических  
процессов жизненного цикла изделия

**Квалификация выпускника:** «Магистр»

**Выпускающая кафедра:** Инновационные технологии машиностроения

**Форма обучения:** Очная

**Курс:** 2

**Семестр:** 4

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: 4 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 144 ч.

**Форма промежуточной аттестации:**

Дифференцированный зачёт: 4 семестр

**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 (4-го семестра учебного плана) и разбито на 3 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 зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОЛР	Т/КР	Зачёт	
<b>Усвоенные знания</b>						
<b>3.1</b> Знает: современные тенденции в традиционных методах обработки деталей и технологий обработки и изготовления деталей с использованием различных видов энергии		ТО1		КР1		ТВ
<b>3.2</b> Знает: методы организации и эффективного осуществления контроля качества материалов, средств технологического оснащения, технологических процессов, готовой продукции с применением контактных и бесконтактных неразрушающих методов контроля.	С1	ТО2		КР2		ТВ
<b>3.3.</b> Знает: особенности профессиональной эксплуатации контактно-измерительных машин, оптических систем измерения и оборудования, использующего физические методы контроля остаточных напряжений и качества поверхности.		ТО3		КР3		ТВ
<b>Освоенные умения</b>						
<b>У.1</b> Умеет: применять в профессиональной деятельности знания о современных методах обработки деталей и технологий обработки и изготовления деталей с использованием различных видов энергии.			ОЛР1 ОЛР2	КР1		КЗ

У.2 Умеет: организовывать и эффективно осуществлять контроль качества материалов, средств технологического оснащения, технологических процессов, готовой продукции с применением контактных и бесконтактных неразрушающих методов контроля.			ОЛР3	КР2		КЗ
У.3. Умеет: профессионально эксплуатировать контактно-измерительные машины, оптические системы измерения и оборудования, использующего физические методы контроля остаточных напряжений и качества поверхности.			ОЛР3	КР3		КЗ
<b>Приобретенные владения</b>						
В.1 Владеет: опытом применения современных методов обработки деталей и технологий обработки и изготовления деталей с использованием различных видов энергии.			ОЛР1 ОЛР2			КЗ
В.2 Владеет: опытом применения методов контроля качества материалов, средств технологического оснащения, технологических процессов, готовой продукции с применением контактных и бесконтактных неразрушающих методов контроля.			ОЛР3			КЗ
В.3 Владеет: опытом профессиональной эксплуатации контактноизмерительных машин, оптических систем измерения и оборудования, использующего физические методы контроля остаточных напряжений и качества поверхности			ОЛР3			КЗ

*С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); ИЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОПР – отчет по практической работе; ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание дифференцированного зачета.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачета, проводимая с учётом 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 усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты практических и лабораторных работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

#### **2.2.1. Защита практических работ**

Всего запланировано 6 практических работ. Типовые темы практических работ приведены в РПД.

Защита практической работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.2.2. Защита лабораторных работ**

Всего запланировано 3 лабораторных работы. Типовые темы лабораторных работ:

- Выбор прогрессивного метода повышения качества поверхностного слоя детали на основе оценки эффективности использования.

- Выбор прогрессивного метода соединения детали при сборке на основе оценки эффективности использования.

- Выбор прогрессивного метода бесконтактного контроля детали на основе оценки эффективности использования.

Структура лабораторной работы представлена в приложении 1.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.2.3. Рубежная контрольная работа**

Согласно РПД запланировано 3 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Современные технологии обработки и изготовления деталей с использованием различных видов энергии», вторая КР – по модулю 2 «Современные тенденции в традиционных методах обработки деталей», третья КР – по модулю 3 «Прогрессивные методы измерений и контроля».

#### **Типовые задания первой КР:**

1. Гидроструйная и гидроабразивная обработка. Суть метода. Технологические возможности.
2. Электронно-лучевая и светолучевая обработка. Сущность методов. Энергоемкость. Область применения.

#### **Типовые задания второй КР:**

1. Повышение производительности. Высокоскоростная обработка. Современные высокопроизводительные станки, обрабатывающие центры.
2. Новые инструментальные материалы. Защитные износостойкие покрытия. Настройка инструмента.

#### **Типовые задания третьей КР:**

1. Современный универсальный мерительный инструмент. Разновидности контактных и бесконтактных методов контроля
2. Неразрушающие методы контроля качества деталей и изделий

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу**

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется индивидуальное комплексное задание студенту.

Примерная тема индивидуальной комплексной работы:

- Оценка эффективности использования заданного прогрессивного метода обработки материала.

Структура индивидуальной комплексной работы представлена в приложении 2.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

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

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

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

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.4.2. 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 компетенций.

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

##### **2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине**

###### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Электрохимическая, электроэрозионная, электронно-лучевая и светолучевая обработка.
2. Плазменная и ультразвуковая обработка.
3. Методы обработки наращиванием объема деталей и 3D синтез.
4. Высокоскоростная обработка. Современные высокопроизводительные станки, обрабатывающие центры.
5. Контактный и оптический методы контроля.
6. Измерение параметров НДС с помощью метода рентгеновской дифрактометрии.

###### **Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:**

1. Выбор оборудования, режимов, расходных материалов для гидроабразивной обработки.
2. Выбор оборудования, режимов, расходных материалов для электроэрозионной обработки
3. Определить методы контроля остаточных напряжений и качества поверхностного слоя заготовки.

###### **Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:**

1. Выбрать прогрессивный метод повышения качества поверхностного слоя заданной заготовки.
2. Выбрать прогрессивный метод соединения детали при сборке заданной конструкции.
3. Выбрать прогрессивный метод бесконтактного контроля поверхности заданной заготовки.

#### **2.4.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете**

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 результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

#### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.

Структура отчета по лабораторной работе “Выбор прогрессивного метода обработки (контроля) для обеспечения указанного параметра качества детали на основе оценки эффективности использования” и последовательность ее выполнения.

1) Введение

Во введении необходимо привести краткую характеристику организации, виды выполняемых работ, дать характеристику используемых методов обработки материалов и контроля заготовок, выбрать проблемную заготовку, поверхность для поиска эффективного способа обработки.

2) Выявление возможных методов для обработки (контроля) заготовки.

Проведение мозгового штурма для выявления наибольшего количества существующих и прогрессивных методов обработки, результаты представить в виде списка.

3) Анализ и группировка выявленных возможных методов обработки с помощью причинно-следственной диаграммы (диаграммы Исикавы). Выбрать группу наиболее приемлемых видов обработки (3-5 вариантов) с точки зрения точности, экономичности и производительности.

4) Оценка эффективности использования метода.

Используя группу экспертов оценить каждый из выбранных способов обработки по трем параметрам: качеству (точности) обработки, производительности, стоимости обработки. Результаты представить в виде таблицы.

5) Анализ результатов оценки

Представить полученные результаты оценки для каждого из способов по 3 параметрам в графическом виде (столбчатая диаграмма, линейчатый график,...). Выбрать наиболее предпочтительный (экономически выгодный) метод обработки заготовки.

6) Представление выбранного способа обработки

На основе литературных источников выявить основные особенности нового метода обработки, представить схему обработки, параметры управления и основные достигаемые характеристики качества и производительности.

7) Заключение. Общие выводы по результатам исследований.

8) Литература

Структура отчета по индивидуальной комплексной работе “Оценка эффективности использования заданного прогрессивного метода обработки (контроля) заготовки“ и последовательность ее выполнения.

1) Введение

Во введении необходимо привести краткую характеристику организации, виды выполняемых работ, дать характеристику используемых методов обработки материалов, выбрать проблему для исследований. Выбрать новый метод обработки (прогрессивную технологию), который необходимо внедрить в организации.

2) Литературный обзор

На основе литературных источников выявить основные особенности нового метода обработки, представить схему обработки, параметры управления и основные достигаемые характеристики качества и производительности.

3) Выявление возможных областей использования метода для обработки материалов в условиях организации.

Проведение мозгового штурма для выявления наибольшего количества вариантов использования метода обработки, результаты представить в виде списка (виды обработки, поверхности, детали).

4) Анализ и группировка выявленных вариантов использования методов обработки с помощью причинно-следственной диаграммы (диаграммы Исикавы).

Выбрать группу наиболее приемлемых видов обработки (3-5 вариантов) с точки зрения точности, экономичности и производительности.

5) Оценка эффективности использования метода.

Используя группу экспертов, оценить каждый из выбранных способов обработки по трем параметрам: качеству (точности) обработки, производительности, стоимости обработки. Результаты представить в виде таблицы.

6) Анализ результатов оценки

Представить полученные результаты оценки для каждого из способов по 3 параметрам в графическом виде (столбчатая диаграмма, линейчатый график,...). Выбрать наиболее предпочтительный (экономически выгодный) способ использования метода обработки материалов.

7) Заключение. Общие выводы по результатам исследований.

8) Литература