

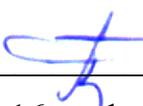
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 16 » февраля 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Основы аддитивных технологий
(наименование)

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

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

Общая трудоёмкость: 108 (3)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 15.03.05 Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств
(код и наименование направления)

Направленность: Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств (общий профиль, СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области применения технологий аддитивного производства для обеспечения эффективности процессов проектирования и изготовления изделий цифрового машиностроения.

Задачи учебной дисциплины:

- изучение технологий аддитивного производства и способов их применения в процессе проектирования и потенциала развития в качестве инструмента выполнения основных технологических операций при изготовлении отдельных деталей с заданной точностью и характеристиками структуры материала;
- формирование умения проектировать изделия машиностроения и разрабатывать конструкции с учетом применения технологий быстрого прототипирования для их изготовления;
- формирование навыков разработки технологических процессов изготовления деталей и изделий с использованием методов быстрого прототипирования

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- Процессы аддитивного производства;
- Методы построения трехмерных моделей деталей для производства по технологии аддитивного производства;
- Методы разработки технологических процессов изготовления деталей с использованием аддитивных технологий;
- Методы контроля качества деталей, произведенных с использованием аддитивных технологий.

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
ОПК-14	ИД-1ОПК-14	Знает ограничения и функциональные возможности аддитивных технологий как способа изготовления деталей и изделий машиностроения	Знает методы достижения технологичности и конкурентоспособности изделий машиностроения, организацию контроля качества и управления технологическими процессами, правила разработки технологических процессов	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-14	ИД-2ОПК-14	Умеет разрабатывать технологические процессы изготовления деталей аддитивными методами с учетом ограничений используемых технологий для обеспечения требуемого качества	Умеет осуществлять контроль за соблюдением технологической дисциплины	Отчёт по практическому занятию
ОПК-14	ИД-3ОПК-14	Владеет навыком рационального планирования распределения ресурсов и времени работы оборудования в условиях аддитивного производства деталей	Владеет навыками отработки конструкций на технологичность	Отчёт по практическому занятию
ОПК-4	ИД-1ОПК-4	Знает способы построения моделей деталей для производства с использованием аддитивных технологий	Знает основные информационные технологии и программные средства, используемые для моделирования технологических процессов	Экзамен
ОПК-4	ИД-2ОПК-4	Умеет подготавливать модели конструируемых изделий к изготовлению одним из методов аддитивного производства с учетом требований качества	Умеет использовать программные средства для моделирования технологических процессов	Отчёт по практическому занятию
ОПК-4	ИД-3ОПК-4	Владеет основными методами работы с программным обеспечением при подготовке моделей деталей для их производства с использованием аддитивных технологий	Владеет навыками использования программных средств для моделирования технологических процессов	Индивидуальное задание
ОПК-7	ИД-1ОПК-7	Знает основные технологические процессы аддитивного производства, их технологические параметры и преимущества для ресурсо- и энергосбережения	Знает особенности функционирования производственных объектов и технических систем в чрезвычайных ситуациях, способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			машиностроительных производствах, современные малоотходные, энергосберегающие и экологически чистые машиностроительные технологии, принципы рационального и безопасного использования природных ресурсов, энергии, материалов	
ОПК-7	ИД-2ОПК-7	Умеет использовать аддитивные технологии для изготовления деталей с рациональным использованием ресурсов и энергии	Умеет оценивать безопасность машиностроительного производства, выполнять конструкторские и технологические разработки с учётом возможности возникновения чрезвычайных ситуаций и определять их риски, применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроительных производствах	Отчёт по практическому занятию
ОПК-7	ИД-3ОПК-7	Владеет навыками практического использования аддитивных технологий на производственной стадии жизненного цикла изделий	Владеет навыками разработки проектов изделий машиностроения и технологий с учетом современных подходов рационального использования материалов и энергии, требований по экологической чистоте работы предприятий	Индивидуальное задание

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	36	36	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	18	18	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	36	36	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

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	
5-й семестр				
				СРС

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Общие принципы аддитивного производства	4	0	4	7
<p>Введение. Основные понятия, термины и определения. Предмет и задачи дисциплины. История создания и развития средств автоматизации подготовки и оценки проектной, рабочей и эксплуатационной документации. Алгоритмы применения вычислительной техники в проектной деятельности инженера. Основные функции и ограничения систем автоматизированной подготовки документации.</p> <p>Тема 1. Общая концепция аддитивного производства Аддитивное производство как развитие концепции быстрого прототипирования. Определение и базовый технологический процесс аддитивного производства. Основные этапы производства деталей приращением. Особенности использования деталей, произведенных аддитивно. Сравнение аддитивного производства и обработки резанием с ЧПУ. Классификация процессов аддитивного производства. Направления развития технологий аддитивного производства.</p> <p>Тема 2. Реализация и анализ проектных решений методом аддитивного производства Алгоритм выбора процесса аддитивного производства для определенной задачи. Оценка стоимости прямого цифрового производства. Особенности конструирования деталей для производства путем добавления материала. Создание, редактирование и позиционирование в рабочей зоне файлов STL.</p>				
Технологии быстрого прототипирования	6	0	6	18
<p>Тема 3. Фотополимеризация. История и развитие фотополимеров. Конфигурации процессов фотополимеризации: векторное сканирование, проецирование трафарета, двухфотонные подходы. Описание применяемых материалов и процессов.</p> <p>Тема 4. Экструзия. Осаждение. Описание составных частей процесса: загрузка материала, сжижение, экструзия, затвердевание, контроль позиции. Описание различных систем и установок, использующих методы экструзии для аддитивного производства.</p> <p>Тема 5. Ламинирование. Спекание порошковой подложки. Описание процесса ламинирования листовых материалов. Описание процесса избирательного лазерного спекания. Классификация процессов спекания. особенности работы с порошком для</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
спекания. Тема 6. Процессы печати Развитие печати как процесса аддитивного производства. Описание процесса, его преимущества и недостатки. Вид капель. Технология трехмерной печати. Тема 7. Рекомендации по выбору аддитивной технологии Методы отбора. Подходы к определению целесообразности. Управление и планирование производством.				
Конструкторская подготовка аддитивного производства	2	0	4	6
Тема 8. Особенности конструирования деталей для аддитивного производства. Параметрическое и прямое моделирование. Точность экспорта геометрических данных в формат stl.				
Практическое применение аддитивного производства	4	0	4	5
Тема 9. Практическое применение аддитивного производства Применение аддитивного производства для создания презентационных и функциональных моделей проектируемых изделий. Изготовление методом аддитивного производства инструментов (литейных форм). Реверс-инжиниринг. Прямое цифровое производство.				
ИТОГО по 5-му семестру	16	0	18	36
ИТОГО по дисциплине	16	0	18	36

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Сравнительный анализ технологических процессов изготовления детали «Со-пло» с использованием механической обработки на станке с ЧПУ и аддитивного производства
2	Создание STL-файлов на основе CAD моделей и управление точностью представления геометрии
3	Энергетический расчет технологии изготовления детали спеканием титанового порошка с использованием лазера
4	Выбор способа аддитивного производства для изготовления определенной детали или узла на основе требуемых характеристик получаемого изделия
5	Проведение анализа конструкции изделий на предмет возможности изготовления с использованием аддитивных технологий
6	Расчет усадки изделия изготовленного методом наплавления проволоки
7	Разработка технологии изготовления детали на основе процесса быстрого прототипирования

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

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.

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.

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

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 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.

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
1. Основная литература		
1	Гибсон Я. Технологии аддитивного производства : пер. с англ. / Я. Гибсон, Д. Розен, Б. Стакер. - Москва: Техносфера, 2016.	1
2	Крюков А. Ю. Компьютерное моделирование изделий в конструкторско-технологической подготовке производства : учебное пособие / А. Ю. Крюков. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2013.	25
3	Ярушин С. Г. Технологические процессы в машиностроении : учебник для бакалавров / С. Г. Ярушин. - Москва: Юрайт, 2011.	123
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Берлинер Э. М. САПР в машиностроении : учебник для вузов / Э. М. Берлинер, О. В. Таратынов. - Москва: ФОРУМ, 2011.	3

2	Компьютерная графика в САПР : учебное пособие для вузов / А. В. Приемышев [и др.]. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2017.	1
3	Лазерные технологии обработки материалов : современные проблемы фундаментальных исследований и прикладных разработок / В. Я. Панченко [и др.]. - Москва: Физматлит, 2009.	1
4	Справочник технолога / А. Г. Суслов [и др.]. - Москва: Инновационное машиностроение, 2019.	11
5	Черепяхин А. А. Процессы и операции формообразования : учебник / А. А. Черепяхин, Р. Р. Клепиков. - Москва: КУРС, ИНФРА-М, 2019.	1
6	Черепяхин А. А. Технологические процессы в машиностроении : учебное пособие для средних профессиональных учебных заведений / А. А. Черепяхин, В. А. Кузнецов. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2017.	4
2.2. Периодические издания		
1	Научноёмкие технологии в машиностроении : научно-технический и производственный журнал / Ассоциация технологов-машиностроителей. - Москва: Машиностроение, 2011 - .	
2	САПР и графика : журнал / Компьютер Пресс. - Москва: Компьютер Пресс, 1996 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	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	Горунов А. И. Аддитивные технологии и материалы : учебное пособие / Горунов А. И. - Казань: КНИТУ-КАИ, 2019.	http://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-144008	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Горунов А. И. Основы аддитивного производства : учебно-методическое пособие / Горунов А. И., Гайсина А. Р., Гильмутдинов А. Х. - Казань: КНИТУ-КАИ, 2019.	http://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-144009	локальная сеть; авторизованный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Зленко, Михаил Александрович. Аддитивные технологии в машиностроении [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов по направлению подготовки магистров "Технологические машины и оборудование" / М.А. Зленко, А.А. Попович, И.Н. Мутьлина; Санкт-Петербургски	https://elib.spbstu.ru/dl/2/3548.pdf/info	сеть Интернет; свободный доступ
Дополнительная литература	Кулик В. И. Аддитивные технологии в производстве изделий авиационной и ракетно-космической техники : учебное пособие / Кулик В. И., Нилов А. С. - Санкт-Петербург: БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2018.	http://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-122070	локальная сеть; авторизованный 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)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
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)

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	https://www.scopus.com/
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	ПК Intel Pentium Dual CPU 4000 МГц	1
Лекция	Электронный проектор "NEC M300X"	1
Практическое занятие	3D Принтер "Zprinter 650"	1
Практическое занятие	Оптическая измерительная система ATOS III XL	1
Практическое занятие	ПК Intel Pentium Dual CPU 2000 МГц (с модификациями)	14

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
«Основы аддитивных технологий»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств
Направленность (профиль) образовательной программы:	Цифровые технологии проектирования и производства
Квалификация выпускника:	«Бакалавр»
Выпускающая кафедра:	Инновационные технологии машиностроения
Форма обучения:	Очная

Курс: 3

Семестр: 5

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 3 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану: 108 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Экзамен: 5 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 (5-го семестра учебного плана) и разбито на 3 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические 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 практическим занятиям, выполнении индивидуальных заданий и экзамена. 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
	ТО	ОПЗ	Т/КР	ИЗ	Экзамен
Усвоенные знания					
З.1 знать ограничения и функциональные возможности аддитивных технологий как способа изготовления деталей и изделий машиностроения	ТО1				ТВ
З.2 знать способы построения моделей деталей для производства с использованием аддитивных технологий	ТО2				ТВ
З.3. знать основные технологические процессы аддитивного производства, их технологические параметры и преимущества для ресурсо- и энергосбережения	ТО3				ТВ
Освоенные умения					
У.1 уметь разрабатывать технологические процессы изготовления деталей аддитивными методами с учетом ограничений используемых технологий для обеспечения требуемого качества		ОП31	КР1		
У.2 уметь подготавливать модели конструируемых изделий к изготовлению одним из методов аддитивного производства с учетом требований качества		ОП33	КР2		
У.3. уметь использовать аддитивные технологии для изготовления деталей с рациональным использованием ресурсов и энергии		ОП34	КР3		
Приобретенные владения					
В.1 владеть навыком рационального планирования распределения ресурсов и времени работы оборудования в условиях аддитивного производства деталей		ОП32			
В.2 владеть основными методами работы с программным обеспечением при подготовке моделей деталей для их производства с использованием аддитивных технологий				ИЗ1	

В.3 владеть навыками практического использования аддитивных технологий на производственной стадии жизненного цикла изделий				ИЗ2	
---	--	--	--	-----	--

ТО – коллоквиум (теоретический опрос); ОПЗ – отчет по практическому занятию; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ИЗ – индивидуальное (комплексное) задание, ТВ – теоретический вопрос.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, 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 бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по практическим занятиям, 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, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты отчетов по практическим занятиям, выполнения индивидуальных заданий и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Защита отчетов по практическим занятиям

Всего запланировано 7 практических занятий и подготовка 4 отчетов. Типовые темы практических занятий приведены в РПД.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 3 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Общие принципы аддитивного производства», вторая КР – по модулю 2 «Технологии быстрого

прототипирования», третья КР – по модулю 3 «Практическое применение аддитивного производства».

Типовые задания первой КР:

1. Дайте определение общей концепции аддитивного производства.
2. Перечислите основные этапы производства деталей приращением.
3. Объясните принципы позиционирования в рабочей зоне файлов STL.
4. Опишите алгоритм выбора процесса аддитивного производства для определенной задачи.

Типовые задания второй КР:

1. Опишите возможные конфигурации процессов фотополимеризации.
2. Опишите процесс экструзии и принцип действия экструзионной установки.
3. Опишите процесс ламинирования листовых материалов.
4. Опишите особенности конструирования деталей для аддитивного производства.

Типовые задания третьей КР:

1. Приведите примеры практического применения аддитивного производства
2. Применение аддитивного производства для создания моделей проектируемых изделий.
3. Изготовление инструментов методом аддитивного производства.
4. Опишите принципы реверс-инжиниринга

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.

Всего запланировано 2 комплексных индивидуальных задания. Типовые темы индивидуальных заданий:

1. Выполнить 3D модель детали и подготовить ее к изготовлению аддитивным способом.
2. Выполнить сканирование на оптической системе ATOS и доработку конструкции детали с учетом дальнейшего изготовления с применением аддитивных технологий.

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 практических занятий и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы, контролируемые уровнем сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

2.4.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

1. Классификация аддитивных технологий по ключевой технологии. Виды технологий
2. Правила подготовки модели к 3D печати
3. Программное обеспечение для построения 3D моделей
4. Программное обеспечение для подготовки моделей к 3D печати
5. Программы - "слайсеры"
6. Устройство машин селективного лазерного сплавления
7. Устройство экструдеров FDM-принтеров

2.4.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.