

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

« 07 » марта 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Аддитивные технологии в электроэнергетике и электротехнике
(наименование)

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

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

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

Направление подготовки: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
(код и наименование направления)

Направленность: Автоматизация в электроэнергетике и электротехнике
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины – формирование инженерных компетенций в области разработки, проектирования и изготовления изделий в электроэнергетике и электротехнике с использованием аддитивных технологий; форсирование компетенций в области разработки и внедрения аддитивных технологий изготовления электроэнергетических изделий.

Задачи учебной дисциплины:

- ? формирование представлений о аддитивных технологиях;
- ? изучение информации об аддитивном оборудовании;
- ? формирование умений выбора аддитивной технологии под задачи электроэнергетики и электротехники;
- ? формирования умений использования программного обеспечения для аддитивных технологий;
- ? формирование представлений о специфике аддитивных технологий в электроэнергетике и электротехнике.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Изучаемые объекты дисциплины:

- аппаратные и программные средства применяемые в аддитивном производстве;
- технологические приемы послойного построения моделей, форм, мастер-моделей;
- новые методы технологического производства, контроля качества, автоматизированного производства.

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-2.15	ИД-1ПК-2.15	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> ? выгоды аддитивной технологии в ресурсосбережении; ? роль аддитивных технологий в стратегии развития Российской Федерации; ? преимущества аддитивных технологий в создании объектов электроэнергетики и электротехники; ? средства автоматизации аддитивного производства. 	<p>Знает: альтернативные и возобновляемые источники энергии и их роль в формировании энергетического сектора Российской Федерации и мира; основные положения среднесрочной и долгосрочной стратегий развития электроэнергетики в Российской Федерации; принципы работы и построения электростанций на основе альтернативных источников энергии; методы расчета стоимости основных производственных ресурсов в альтернативной энергетике; средства автоматизации для преобразования, передачи и потребления электроэнергии; алгоритмическое и программное обеспечение микропроцессорных средств и систем в электроэнергетике</p>	Зачет
ПК-2.15	ИД-2ПК-2.15	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> ? рассчитывать объем потребляемых ресурсов для аддитивного производства; ? определять стоимость произведенного аддитивными методами; ? выбирать требуемые технологии для обеспечения меньшего потребления ресурсов. 	<p>Умеет: рассчитывать параметры электротехнических устройств и установок в области альтернативной энергетики; определять стоимость основных производственных ресурсов в области альтернативной энергетики; выбирать и использовать микропроцессорные средства и программное обеспечение для преобразования, передачи и потребления электроэнергии; применять программное обеспечение для повышения</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
			энергоэффективности в электроэнергетических системах	
ПК-2.15	ИД-3ПК-2.15	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> ? навыками расчета ресурсоэффективных конструкций и выбора ресурсоэффективных технологий; ? навыками подготовки технических заданий в области аддитивных технологий электроэнергетики и электротехники; ? навыками использования программного обеспечения аддитивного производства для электроэнергетики и электротехники. 	<p>Владеет навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> использования знаний, полученных при изучении схем преобразования энергии возобновляемых источников в механическую, электрическую и тепловую энергию; обоснования технических решений по генерации электроэнергии и разработке электрооборудования в области альтернативной энергетики; формулирования технических заданий, выбора, разработки и использования микропроцессорных средств и программного обеспечения для автоматизации процессов преобразования, передачи и потребления электроэнергии; использования программного обеспечения для повышения энергоэффективности в электроэнергетических системах 	Отчёт по практическом у занятию
ПК-2.6	ИД-1ПК-2.6	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> ? основные технологии аддитивного производства; ? инструменты проектирования для аддитивного производства; ? методы применяемые в аддитивном производстве; ? принципы документирования в аддитивных технологиях 	<p>Знает методы решения задач инженерной сложности по выбору серийных объектов, основы междисциплинарного подхода и документирования требований при проектировании новых объектов в области профессиональной деятельности</p>	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		? возможности аддитивных технологий		
ПК-2.6	ИД-2ПК-2.6	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> ? выбирать необходимый тип аддитивной технологии под объект; ? составлять техническое задание по применению аддитивной технологии в электроэнергетике и электротехнике; ? интерпретировать требования в техническое задание; ? выбирать технологический процесс под изделие; 	Умеет решать основные задачи инженерной сложности по выбору серийных объектов, документировать требования при проектировании новых объектов в области профессиональной деятельности	Отчёт по практическому занятию
ПК-2.6	ИД-3ПК-2.6	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> ? навыками выбора аддитивных технологий под техническое задание; ? навыками подготовки аддитивного производства для электроэнергетики и электротехники; ? методами и приёмами подготовки производства средствами САПР и PDM. 	Владеет навыками выбора серийных объектов и проектирования отдельных частей новых объектов в области профессиональной деятельности	Отчёт по практическому занятию

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		2	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	44	44	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	24	24	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	64	64	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
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	СРС
2-й семестр				
Общие вопросы аддитивной технологии	6	0	8	22
Тема 1. Аддитивные технологии. Определения. Классификация. Экструзионные, порошковые, струйные методы. Этапы фабрикации. Области применения. История развития. Тема 2. Технологии аддитивной печати полимерными и композитными материалами. Физические принципы. Технологии экструдирования. Принципы оборудование Струйные технологии. Принципы оборудование. Применение в электроэнергетике и электротехнике. Тема 3. Технологии аддитивной печати металлическими порошками. Производство металлических порошков. Физические принципы. Применение в производстве, электроэнергетике. Гибридные 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
Применение аддитивного производства	6	0	8	22
Тема 4. Оборудование для 3D печати. Принципы работы. Модели. Программное обеспечение. Создание и подготовка 3D-модели объекта. Программное обеспечение. Создание и подготовка 3D-модели объекта. Компьютерное проектирование: твердотельное моделирование, моделирование поверхности, скалптинг. 3D-сканирование и фотограмметрия, Лечение STL-файлов ,слайсинг ,моделирование в 3D-печати Тема 5. Печать биологических объектов. Скаффолды ,биопечать на основе капель, печать с использованием био-чернил, экструзионная биопечать				
Предпосылки развития аддитивного производства	6	0	8	20
Тема 6. Аддитивные технологии в литейном производстве. Программное обеспечение, используемое в аддитивных технологиях. Бионический дизайн и топологическая оптимизация. Тема 7. Методы контроля качества в аддитивных технологиях. 3D сканирование. Компьютерная томография.				
ИТОГО по 2-му семестру	18	0	24	64
ИТОГО по дисциплине	18	0	24	64

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Применение FDM для корпусировки электроники
2	Мультистадийная и непрерывная 3D-печать методом фотополимеризации.
3	Стереолитография (SLA) и проекционная печать (DLP)
4	Постобработка в SLA и DLP
5	Советы по проектированию в SLA / DLP
6	Печать с использованием непрерывного жидкого интерфейса и другие методы быстрой печати методом стереолитографии
7	Двухфотонная лазерная литография (2PP)
8	Электрохимическая 3D-печать
9	EFAB: рабочий процесс

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.

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.

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.

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	Аддитивные технологии в производстве металлических конструкций : учебник / Щербаков А. В., Гапонова Д. А., Слива А. П., Гуденко А. В., Родякина Р. В. Москва : МЭИ, 2022. 675 с. 54,925 усл. печ. л.	15

2	Лазерные аддитивные технологии в машиностроении : учебное пособие / Григорьянц А. Г., Шиганов И. Н., Мисюров А. И., Третьяков Р. С. Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018. 278 с. 22,75 усл. печ. л.	2
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Аддитивные технологии в производстве изделий аэрокосмической техники : учебное пособие для вузов / Галиновский А. Л., Голубев Е. С., Коберник Н. В., Филимонов А. С. Москва : Юрайт, 2020. 114 с. 7,19 усл. печ. л.	1
2	Гибсон Я., Розен Д., Стакер Б. Технологии аддитивного производства. Трехмерная печать, быстрое прототипирование и прямое цифровое производство : пер. с англ. Москва : Техносфера, 2022. 646 с. 41 печ. л.	1
3	Лазерные аддитивные технологии в машиностроении : учебное пособие / Григорьянц А. Г., Шиганов И. Н., Мисюров А. И., Третьяков Р. С. Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018. 278 с. 22,75 усл. печ. л.	2
4	Современные лазерно-информационные технологии. Москва : Интерконтакт Наука, 2015. 959 с.	1
5	Тарасова Т. В. Аддитивное производство : учебное пособие. Москва : ИНФРА-М, 2022. 195 с. 12,25 усл. печ. л.	1
6	Черепяхин А. А., Клепиков В. В. Процессы и операции формообразования : учебник. Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2019. 254 с. 16,0 усл. печ. л.	1
7	Швейцер Ф. А. Коррозия пластмасс и резин : пер. с англ. Санкт-Петербург : Науч. основы и технологии, 2010. 638 с.	3
2.2. Периодические издания		
1	САПР и графика : журнал. Москва : Компьютер Пресс, 1996 - .	
2	Электротехника : научно-технический журнал. Москва : Знак, 1930 - .	
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)
Основная литература	Горунов А. И. Аддитивные технологии и материалы : учебное пособие. Казань : КНИТУ-КАИ, 2019. 56 с. URL: https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-144008 (дата обращения: 31.08.2022).	https://e.lanbook.com/book/144008 (дата обращения: 31.08.2022).	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	MS Windows XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATHCAD 14 Academic, ПНИПУ 2009 г.

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
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/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Компьютер, проектор, маркерная (меловая) доска	1
Практическое занятие	Компьютер	10

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
«Аддитивные технологии в электроэнергетике
и электротехнике»**

Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

**Направленность (профиль)
образовательной программы:** Автоматизация в электроэнергетике и
электротехнике

Квалификация выпускника: «Магистр»

Выпускающая кафедра: Электротехника и электроника

Форма обучения: Очная

Курс: 1

Семестр: 2

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 3 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 108 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Зачёт: 2 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 (2-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, освоенных 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	ОПР	Т/КР		Зачёт
Усвоенные знания						
ИД-1ПК-2.6 знать: основные технологии аддитивного производства; инструменты проектирования для аддитивного производства; методы применяемые в аддитивном производстве; принципы документирования в аддитивных технологиях; возможности аддитивных технологий	С1-3	ТО 1-3		КР 1-3		ТВ
ИД-1ПК-2.15 знать: выгоды аддитивной технологии в ресурсосбережении; роль аддитивных технологий в стратегии развития Российской Федерации; преимущества аддитивных технологий в создании объектов электроэнергетики и электротехники; средства автоматизации аддитивного производства;	С1-3	ТО 1-3		КР 1-3		ТВ
Освоенные умения						
ИД-2ПК-2.6 уметь: выбирать необходимый тип аддитивной технологии под объект; составлять техническое задание по применению аддитивной технологии в электроэнергетике и электротехнике; интерпретировать требования в техническое задание; выбирать технологический процесс под изделие;			ОПР 1-9	КР 1-3		ПЗ
ИД-2ПК-2.15 уметь: рассчитывать объем потребляемых ресурсов для аддитивного производства; определять стоимость произведенного аддитивными метода-			ОПР 1-9	КР 1-3		ПЗ

ми; выбирать требуемые технологии для обеспечения меньшего потребления ресурсов;						
Приобретенные владения						
ИД-ЗПК-2.6 владеть: навыками выбора аддитивных технологий под техническое задание; навыками подготовки аддитивного производства для электроэнергетики и электротехники; методами и приёмами подготовки производства средствами САПР и PDM.			ОПР 1-9			ПЗ
ИД-ЗПК-2.15 владеть: навыками расчета ресурсоэффективных конструкций и выбора ресурсоэффективных технологий; навыками подготовки технических заданий в области аддитивных технологий электроэнергетики и электротехники; навыками использования программного обеспечения аддитивного производства для электроэнергетики и электротехники.			ОПР 1-9			ПЗ

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОПР – отчет по практической 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 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, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты практических работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Защита практических работ

Всего запланировано 9 практических работ. Типовые темы практических занятий 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. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 3 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Общие вопросы аддитивной технологии», вторая КР – по модулю 2 «Применение аддитивного производства», третья КР – по модулю 3 «Предпосылки развития аддитивного производства».

Типовые задания первой КР:

1. Классификация аддитивных технологий.
2. Недостатки технологии SLS.

Типовые задания второй КР:

1. Применение 3D сканирования в промышленности.
2. Программное обеспечение 3D печати.

Типовые задания третьей КР:

1. Возможные применения бионического дизайна.
2. Сложности контроля качества 3D печати.

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.

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 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 усвоенных 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. Технологии печати полимерными материалами.
2. Применение аддитивных технологий для печати металлами.
3. Гибридные технологии.
4. Твердотельное моделирование.
5. Печать био-чернилами.
6. Изготовление форм для отливки посредством 3D печати.

Типовые вопросы и практические задания для контроля усвоенных умений:

1. Предложить метод трехмерной печати для производства деталей повышенной точности.
2. Сделать анализ необходимости использования аддитивных технологий для производства деталей сложной формы.
3. Составить план интеграции аддитивных технологий в литейное производство.

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Составить план проекта производства прототипов компонентов электрических машин с использованием аддитивных технологий.
2. Провести обоснование использования гибридных технологий для произ-

водства металлических деталей.

3. Составить план проекта по производству оснастки методами аддитивного производства.

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.