

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 19.12.2024 15:35:25
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной
и методической работе
_____ Б.В.Пекаревский
« ____ » _____ 2024 г.

**Рабочая программа дисциплины
АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Направление подготовки

16.03.01 Техническая физика

Направленность программы бакалавриата

Цифровая физика материалов

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Факультет механический

Кафедра теоретических основ материаловедения

Санкт-Петербург

2024

Б1.В.13

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы	05
3. Объем дисциплины	05
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий	06
4.2. Занятия лекционного типа	07
4.3. Занятия семинарского типа	08
4.3.1. Лабораторные занятия	08
4.4. Самостоятельная работа	09
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	10
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	10
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины	10
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины	11
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	12
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии	12
10.2. Программное обеспечение	13
10.3. Базы данных и информационные справочные системы	13
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы	13
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	14
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	15

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы бакалавров обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
ПК-3 Способен строить адекватные физические и математические модели материалов и изделий, с учетом результатов моделирования правильно выбирать методы и технологические приёмы изготовления, обработки и модифицирования материалов и изделий с целью придания им нужных свойств	ПК-3.2 Способен выбрать технологии аддитивного производства и постобработки изделий сложной формы в зависимости от требуемого комплекса служебных характеристик изделия	Знать: - физические, физико-химические и химические процессы, происходящие в материалах при аддитивном производстве изделий и их постобработке (ЗН-1); Уметь: - проводить выбор материалов и аддитивных технологий изготовления изделий в зависимости от требований к выпускаемым изделиям с учетом экономической и ресурсоэффективной составляющей (У-1). Владеть: - навыками разработки 3D моделей изделий, разделения их на слои, создания G-кода, 3D печати и постобработки (Н-1).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «**Аддитивные технологии**» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.13), и изучается на 3 курсе в 5 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Общая и неорганическая химия», «Физика», «Материаловедение», «Технология конструкционных материалов». Полученные в процессе изучения дисциплины «Аддитивные технологии» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин «Порошковые материалы», «Полимерные и композиционные материалы», «Керамические материалы», «Углеродные материалы», при прохождении производственной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	2/72
Контактная работа с преподавателем:	56
занятия лекционного типа	18
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	36
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	-
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	36(2)
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	2
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	16
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Зачет

4. Содержание дисциплины

4.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, акад. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1	Введение. Классификация аддитивных технологий. 3D моделирование.	2		2		ПК-3
2	Аддитивные технологии с использованием полимерных и композиционных материалов. FDM печать.	2		8	2	ПК-3
3	SLA, DLP, LCD, MJM технологии.	2		6	2	ПК-3
4	SLS технология.	2		4	2	ПК-3
5	Аддитивные технологии с использованием металлов.	2		4	2	ПК-3
6	Производство металлических порошков.	2		4	2	ПК-3
7	Binder jetting технологии. Использование аддитивных технологий в литейном производстве.	2		4	2	ПК-3
8	Методы контроля качества в аддитивных технологиях. 3D сканирование. Компьютерная томография.	2		4	2	ПК-3
9	Бионический дизайн и топологическая оптимизация. Перспектива развития АТ.	2			2	ПК-3
	ИТОГО	18		36	16	

4.2 Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Введение. Классификация аддитивных технологий. 3D моделирование.	2	ЛВ
2	Аддитивные технологии с использованием полимерных и композиционных материалов. FDM печать.	2	Дискуссия
3	SLA, DLP, LCD, MJM технологии.	2	ЛВ
4	SLS технология.	2	ЛВ
5	Аддитивные технологии с использованием металлов.	2	ЛВ
6	Производство металлических порошков.	2	Дискуссия
7	Binder jetting технологии. Использование аддитивных технологий в литейном производстве.	2	ЛВ
8	Методы контроля качества в аддитивных технологиях. 3D сканирование. Компьютерная томография.	2	ЛВ
9	Бионический дизайн и топологическая оптимизация. Перспектива развития АТ.	2	ЛВ

4.3. Занятия семинарского типа

Учебным планом не предусмотрены.

4.4 Лабораторные занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечание
		Всего	в том числе на практическую подготовку	
1	Введение. Классификация аддитивных технологий. 3D моделирование. На лабораторном занятии обучающиеся создают 3D модель изделия для последующей печати.	2	2	МГ
2	Аддитивные технологии с использованием полимерных и композиционных материалов. FDM печать. На лабораторном занятии обучающиеся изготавливают из изучаемого материала лопатки и проводят измерения прочности на разрыв, относительного удлинения при разрыве, модуля Юнга.	8		МГ
3	SLA, DLP, LCD, MJM технологии. На лабораторном занятии обучающиеся изготавливают и осуществляют постобработку сотовой структуры из изучаемого материала.	6		МГ
4	SLS технология. На лабораторном занятии обучающиеся измеряют шероховатость изделий в зависимости от режима изготовления и применяемого материала. структуры из изучаемого материала.	4		МГ
5	Аддитивные технологии с использованием металлов.	4		МГ
6	Производство металлических порошков. На лабораторном занятии обучающиеся измеряют сыпучесть металлических порошков с помощью воронки Холла.	4		МГ
7	Binder jetting технологии. Использование аддитивных технологий в литейном производстве. На лабораторном занятии обучающиеся разрабатывают модель отливки.	4		МГ
8	Методы контроля качества в аддитивных технологиях. 3D сканирование. Компьютерная томография. На лабораторном занятии обучающиеся осуществляют 3D сканирование напечатанного изделия и определяют точность печати.	4		МГ

4.5 Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
2	Основные производители филамента в России и за рубежом. Особенности производства филамента для 3D печати, контроль качества филамента. FDM печать в технологии металлических изделий. FDM печать в технологии керамических изделий.	2	Устный опрос
3	Основные характеристики керамических изделий, получаемых с использованием фотополимерных методов печати. Получение металлических изделий с использованием фотополимерных методов печати.	2	Устный опрос
4	Использование SLS технологии для печати литейных форм.	2	Устный опрос
5	Технологии на основе электродов. Плазменная наплавка.	2	Устный опрос
6	Рынок металлических порошков для аддитивных технологий. Требования к сырью для производства металлических порошков для аддитивных технологий. Упаковка и хранение металлических порошков.	2	Устный опрос
7	Характеристики литейных форм. Контроль качества литейных форм. Конструкция литейных форм. Виды литья, их особенности.	2	Устный опрос
8	Механические свойства металлов, пластиков, керамики, методы их определения.	2	Устный опрос
9	Программа «Технет». Дорожная карта программы «Цифровая экономика Российской Федерации».	2	Устный опрос

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <http://media.spbti.ru>.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета на 3 курсе в конце 5 семестра. Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе. К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

При сдаче зачета, студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

<p>Билет № 1</p> <p>1. SLS технология.</p> <p>2. 3D сканирование.</p>

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1.

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины

а) печатные издания:

1. Сычев, М.М. и др. Аддитивные технологии: учебное пособие / М.М.Сычев [и др.]; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. - Санкт-Петербург, 2018. – 35 с.
2. Производственные наукоемкие системы: учеб. пособие / Т.В.Лукашова, М.М.Сычев, С.И.Гринева [и др.]; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург, 2010. - 152 с.
3. Сычев, М.М. Основы материаловедения, коррозии и технологии материалов: учебное пособие / М.М.Сычев, В.Н.Коробко, Т.В.Лукашова, С.В.Мякин. ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. - Санкт-Петербург, 2011. – 94 с.
4. Лабораторный практикум «Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов»: учебное пособие / М.М.Сычев, В.Н.Коробко, В.В.Бахметьев [и др.], Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2013. – 161 с.

б) электронные издания:

1. Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов: лабораторный практикум / М.М.Сычев, В.Н. Коробко, В.В. Бахметьев [и др.]; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2013. – 161 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 11.11.2024). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
2. Швейцер, Ф.А. Коррозия пластмасс и резин / Ф.А. Швейцер; пер. с англ. под ред. С. В. Резниченко, Ю. Л. Морозова. – Санкт-Петербург: «НОТ», 2010. – 638 с. ISBN 978-5-91703-010-4 // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 11.11.2024). - Режим доступа: по подписке.
3. Михайлин, Ю.А. Волокнистые полимерные композиционные материалы в технике / Ю.А.Михайлин. – Санкт-Петербург: НОТ, 2013. – 720 с. ISBN 978-5-91703-037-1 // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 11.11.2024). - Режим доступа: по подписке.
4. Макарова, Л.Ф. Основы стандартизации, метрологии, сертификации: учебное пособие для заочной формы обучения направления подготовки «Информатика и вычислительная техника» / Л.Ф. Макарова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра системем автоматизированного проектирования и управления. – Санкт-Петербург : [б. и.], 2010. – 155 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 11.11.2024). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

- учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <http://media.spbti.ru>

- **Электронная библиотека СПбГТИ(ТУ) (на базе ЭБС «БиблиоТех»)**

Принадлежность – собственная СПбГТИ(ТУ).

Договор на передачу права (простой неисключительной лицензии) на использования результата интеллектуальной деятельности ООО «БиблиоТех»

ГК№0372100046511000114_135922 от 30.08.2011

Адрес сайта – <http://bibl.lti-gti.ru/>

Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, таких как www.yandex.ru, www.google.ru, www.rambler.ru, www.yahoo.ru и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

С компьютеров института открыт доступ к:

www.elibrary.ru - eLIBRARY - научная электронная библиотека периодических изданий;

<http://e.lanbook.com> - Электронно-библиотечная система издательства «Лань», коллекции «Химия» (книги издательств «Лань», «Бином», «НОТ», «Профессия»), «Нанотехнологии» (книги издательства «Бином. Лаборатория знаний»);

www.consultant.ru - КонсультантПлюс - база законодательных документов по РФ и Санкт-Петербургу;

www.scopus.com - База данных рефератов и цитирования Scopus издательства Elsevier;

<http://webofknowledge.com> - Универсальная реферативная база данных научных публикаций Web of Science компании Thomson Reuters;

<http://iopscience.iop.org/journals?type=archive>, <http://iopscience.iop.org/page/subjects> -
Издательство IOP (Великобритания);
www.oxfordjournals.org - Архив научных журналов издательства Oxford University Press;
<http://www.sciencemag.org/> - Полнотекстовый доступ к журналу Science (The American Association for the Advancement of Science (AAAS));
<http://www.nature.com> - Доступ к журналу Nature (Nature Publishing Group);
<http://pubs.acs.org> - Доступ к коллекции журналов Core + издательства American Chemical Society;
<http://journals.cambridge.org> - Полнотекстовый доступ к коллекции журналов Cambridge University Press.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Все виды занятий по дисциплине «Аддитивные технологии» проводятся в соответствии с требованиями следующих стандартов:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

плановость в организации учебной работы;
серьезное отношение к изучению материала;
постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея знания по уже изученному материалу.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

10.1. Информационные технологии

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

10.2. Программное обеспечение

Для проведения занятий имеются персональные компьютеры с программным обеспечением:

- Операционная система Microsoft Windows 10 Professional;
- Microsoft Office Std, Академическая лицензия, сублицензионный договор №02(03)15 от 20.01.2015, с 20.01.2015 бессрочно;
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security;
- Apache OpenOffice.org (Apache 2.0) / LibreOffice (GNU LGPL 3+, MPL2.0);
- PTC Mathcad (ГК №19 от 13.10.08 г. на предоставление академической лицензии на MathCAD University Department Perpetual-200 Floating).

10.3. Базы данных и информационные справочные системы

1. <http://prometeus.nse.ru> – база ГПНТБ СО РАН.
2. <http://borovic.ru> - база патентов России.
3. <http://1.fips.ru/wps/portal/Register> - Федеральный институт промышленной собственности
4. <http://google.com/patent>- база патентов США.
5. <http://freepatentsonline.com>- база патентов США.
6. <http://patentmatie.com/welcome> - база патентов США.
7. http://patika.ru/Epasenet_patentnie_poisk.html - европейская база патентов.
8. <http://gost-load.ru>- база ГОСТов.
9. <http://worlddofaut.ru/index.php> - база ГОСТов.
10. <http://elibrary.ru> – Российская поисковая система научных публикаций.
11. <http://springer.com> – англоязычная поисковая система научных публикаций.
12. <http://dissforall.com> – база диссертаций.
13. <http://diss.rsl.ru> – база диссертаций.
14. <http://webbook.nist.gov/chemistry> - NIST Standard Reference Database.
15. <http://riodb.ibase.aist.go.jp/riohomee.html> - база спектров химических соединений.
16. <http://markmet.ru> – марочник сталей.

11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы

Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Основное оборудование: столы – 15 шт.; стулья - 29 шт.;

маркерная доска, демонстрационный экран, проектор, компьютер.

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа.

Основное оборудование: столы – 10 шт.; стулья - 19 шт.;

маркерная доска; демонстрационный экран, мультимедийный проектор, компьютер. ИК-микроскоп со спектрофотометром Nicolet FTIR 3600.

Микроскоп люминесцентный ЛЮМАМ. Твёрдомер РТП 5011.

Твёрдомер ТШ-2. Универсальный твердомер HBRV-187.5.

Микроскоп сканирующий зондовый «СММ-2000», Анализатор размеров частиц Coulter model N4MD. 3D-сканер Shining3D Model Einscan-SE.

Лаборатория химических и термических исследований:

Основное оборудование: Набор химической посуды и реактивов. рН-метр.

Образцы материалов для проведения испытаний на коррозионную стойкость.

Вытяжной шкаф. Электропечи камерные СНОЛ 3/11 – 2 шт.

Сушильный шкаф ШС-80-01 СПУ. Весы аналитические электронные ВЛР 200.

Закалочная ванна. Сварочный аппарат Ресанта САИ 250. DLP 3D-принтер ANYCUBIC PHOTON 4. Воронка Холла. Шаровая мельница. Вибропривод.

Лаборатория оптико-механических измерений:

Основное оборудование: Микротвёрдомер ПМТ-3.

Ультразвуковой твёрдомер «Константа К5У».

Прибор для измерения шероховатости поверхности Mitutoyo SJ-201.

Прибор для измерения шероховатости поверхности на основе микроскопа МИС-11.

Лазерный дальномер CONDROL X2. Длинномер ИЗВ-6. Микроскопы измерительные специальные (в т.ч. микрокатеры и оптикаторы) – 10 шт.

Коллекция токарных резцов и комплект угломеров для определения их геометрических характеристик.

Коллекция инструментов для обработки отверстий: Свёрла спиральные, центровые, кольцевые. Зенкеры цилиндрические, конические. Развёртки цилиндрические, конические, машинные ручные. Метчики.

Коллекция фрез: Концевые, шпоночные, осевые, фасонные, модульные, фрезерные головки.

Коллекция сварных соединений, полученных различными методами: ручная дуговая сварка, электроконтактная (стыковая, точечная, роликовая), электронным лучом, наплавка), дефекты сварных швов.

Комплект оснастки для изготовления песчаной формы. Формы для литья по выплавляемым моделям. Кокили для литья в металлические формы.

Штангенинструменты (механические и электронные штангенциркули, штангенглубиномеры, штангенрейсмасы). Микрометрические инструменты (микрометры, глубиномеры, нутромеры). Калибры-скобы и калибры-пробки для контроля размеров деталей.

FDM 3D-принтер Artillery Genius.

Помещение для самостоятельной работы.

Основное оборудование: столы – 54 шт.; стулья - 54 шт.;

маркерная доска, проектор, демонстрационный экран;

компьютеры с доступом к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» – 24 шт.

12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебный процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014 г.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Аддитивные технологии»**

1 Перечень компетенций и этапов их формирования

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-3	Способен строить адекватные физические и математические модели материалов и изделий, с учетом результатов моделирования правильно выбирать методы и технологические приёмы изготовления, обработки и модифицирования материалов и изделий с целью придания им нужных свойств	промежуточный

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-3.2 Способен выбрать технологии аддитивного производства и постобработки изделий сложной формы в зависимости от требуемого комплекса служебных характеристик изделия	Знает: - физические, физико-химические и химические процессы, происходящие в материалах при аддитивном производстве изделий и их постобработке (ЗН-1);	Ответы на вопросы №5,6,11-13,16,18,21-25,31-33 к зачету.	Имеет представление о физических, физико-химических и химических процессах, происходящих в материалах при аддитивном производстве изделий и их постобработке.	Способен с помощью преподавателя проанализировать ограничения и возможности того или иного метода аддитивного производства.	Способен самостоятельно проанализировать ограничения и возможности того или иного метода аддитивного производства.
	Умеет: - проводить выбор материалов и аддитивных технологий изготовления изделий в зависимости от требований к выпускаемым изделиям с учетом экономической и ресурсоэффективной составляющей (У-1).	Ответы на вопросы №1-4,7-10,14-15,19,26-28,30,35-38,45-47,49-51 к зачету, выполнение лабораторных работ.	Имеет представление о существующих материалах и аддитивных технологиях изготовления изделий.	Способен с помощью преподавателя выбрать метод, материал и оборудование для аддитивного изготовления изделия с учетом требований по экономической и ресурсоэффективной составляющей.	Способен самостоятельно выбрать метод, материал и оборудование для аддитивного изготовления изделия с учетом требований по экономической и ресурсоэффективной составляющей.
	Владет: - навыками разработки 3D моделей изделий, разделения их на слои, создания G-кода, 3D печати и постобработки (Н-1).	Ответы на вопросы №6,17,20,29,34,39-44,48 к зачету, выполнение лабораторных работ.	Имеет представление о приемах разработки 3D моделей изделий, разделения их на слои, создания G-кода, 3D печати и постобработки.	Способен с помощью преподавателя осуществить разработку 3D модели изделия, создать G-код, осуществить 3D печать и постобработку изделия.	Способен самостоятельно осуществить разработку 3D модели изделия, создать G-код, осуществить 3D печать и постобработку изделия.

**3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.
Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-3**

Контрольные вопросы для проведения зачета:

1. Достоинства и недостатки аддитивных технологий.
2. Экономические и экологические аспекты использования аддитивных технологий.
3. Исторические предпосылки появления аддитивных технологий.
4. Основные понятия и определения. Классификация аддитивных технологий.
5. Технология моделирования методом послойной наплавки (FDM).
6. Принцип действия и конструкции FDM принтеров.
7. Применяемые для FDM технологии материалы и их свойства.
8. FDM печать композиционных материалов. FDM печать в технологии металлических изделий. FDM печать в технологии керамических изделий.
9. Применения FDM печати. Основные производители филамента в России и за рубежом.
10. Особенности производства филамента для 3D печати, контроль качества филамента.
11. Стереолитография.
12. Особенности DLP технологии.
13. Особенности LCD технологии.
14. Применяемые в стереолитографии материалы и их свойства.
15. Применения стереолитографии. Получение металлических изделий с использованием фотополимерных методов печати.
16. MJM технологии.
17. Изготовление керамических изделий методами стереолитографии и их применение.
18. SLS технология.
19. Применяемые в SLS материалы и их свойства. Применения SLS печати. Использование SLS технологии для печати литейных форм.
20. Характеристики литейных форм. Контроль качества литейных форм. Конструкция литейных форм. Виды литья, их особенности.
21. Методы изготовления металлических изделий 3D печатью.
22. Селективное лазерное сплавление.
23. Процессы, протекающие при сплавлении металлов.
24. Лазерная наплавка.
25. Электронно-лучевая плавка.
26. Критерии выбора технологии при изготовлении изделий на основе металлов.
27. Применяемые в 3D печати металлами сплавы и их свойства.
28. Применения 3D печати металлами.
29. Требования к порошкам для 3D печати металлами. Рынок металлических порошков для аддитивных технологий. Упаковка и хранение металлических порошков.
30. Механические свойства металлов, пластиков, керамики, методы их определения. Требования к сырью для производства металлических порошков для аддитивных технологий.
31. Газовая атомизация.
32. Центробежная атомизация.
33. Плазменная сфероидизация.
34. Контроль качества металлических порошков для 3D печати.

35. Binder jetting печать.
36. Применяемые в технологии Binder jetting материалы и их свойства.
37. Применения технологии Binder jetting.
38. 3d печать литейных форм. 3d печать мастер моделей. 3d печать выжигаемых моделей.
39. Показатели качества напечатанных деталей.
40. Точность, воспроизводимость и скорость производства при использовании аддитивных технологий. Неизотропность свойств.
41. Контрольно-измерительные машины. 3D сканирование. Компьютерная томография.
42. Разработка 3D модели, используемые программы. Конвертация моделей в STL формат. Программы-слайсеры.
43. Построение поддержек, выполняемые ими функции.
44. Бионический дизайн и топологическая оптимизация.
45. Перспективы развития материалов и технологий аддитивного производства в гражданской и военной отраслях.
46. Концепция «цифровых двойников».
47. Информационные ресурсы и банки данных по аддитивным технологиям.
48. Особенности проектирования изделия под аддитивное производство.
49. Наноматериалы и нанотехнологии в аддитивном производстве.
50. Программа «Технет».
51. Дорожная карта программы «Цифровая экономика Российской Федерации».

При сдаче зачета, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше.
Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

4 Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ. Порядок организации и проведения зачетов и экзаменов.