

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 02.11.2023 13:20:28  
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  
« 30 » июня 2020 г.

**Рабочая программа дисциплины  
АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Направление подготовки

**28.03.03 Наноматериалы**

Направленность программы бакалавриата  
**Дизайн, синтез и применение наноматериалов**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **механический**

Кафедра **теоретических основ материаловедения**

Санкт-Петербург

2020

Б1.О.24

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Заведующий кафедрой		Профессор Сычев М.М.

Рабочая программа дисциплины «**Аддитивные технологии**» обсуждена на заседании кафедры теоретических основ материаловедения  
протокол от «09» 06 2020 № 10  
Заведующий кафедрой

М.М. Сычев

Одобрено учебно-методической комиссией механического факультета  
протокол от «30» 06 2020 № 12

Председатель

А.Н. Луцко

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Наноматериалы»		М.М. Сычев
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник учебно-методического управления		С.Н. Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	4
2 Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	4
3 Объем дисциплины.....	5
4 Содержание дисциплины.....	6
4.1 Разделы дисциплины и виды занятий.....	6
4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины .....	7
4.3 Занятия лекционного типа .....	7
4.4. Занятия семинарского типа.....	8
4.4.1. Практические занятия.....	8
4.5 Самостоятельная работа обучающихся .....	9
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 .....	11
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», 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. ....	13
10.1. Информационные технологии. ....	13
10.2. Программное обеспечение. ....	13
10.3. Базы данных и информационные справочные системы. ....	13
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине. ....	13
12 Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	14
Приложение № 1.....	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)
<b>ПК-2</b> Способен использовать методики создания наносистем и наноматериалов.	<b>ПК-2.2.</b> Знание и использование на практике методов цифровых технологий в современной промышленности	<b>Уметь:</b> - проводить выбор материалов и аддитивных технологий изготовления изделий в зависимости от требований к выпускаемым изделиям с учетом экономической и ресурсоэффективной составляющей (У-1). <b>Владеть:</b> - навыками разработки 3D моделей изделий, разделения их на слои, создания G-кода (Н-1).
<b>ПК-5</b> Способен применять на практике физические и химические процессы, протекающие при получении, обработке и модификации наноматериалов и изделий из них.	<b>ПК-5.3.</b> Знание основных технологий и областей применения материалов аддитивных производств.	<b>Знать:</b> - физические и химические процессы, протекающие при получении изделий, в т.ч. на основе наноматериалов, аддитивными технологиями (ЗН-1). <b>Уметь:</b> - анализировать свойства и характеристики материалов и изделий аддитивных технологий (У-2).

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Аддитивные технологии» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины» образовательной программы (Б.1.О.24) и изучается на втором курсе, в третьем семестре.

Занятия по данному курсу должны обеспечить приобретение студентами теоретических знаний, практических и расчетных навыков, необходимых при изучении специальных курсов, а также для последующей успешной работы на промышленных предприятиях, в научно-исследовательских и проектных организациях.

Изучение дисциплины «Аддитивные технологии» опирается на курсы лекций физика, математика, химия, материаловедение.

### 3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>2/ 72</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>38</b>
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.	18
семинары, практические занятия	18
лабораторные работы	
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	2
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>34</b>
<b>Форма текущего контроля</b>	<b>-</b>
<b>Форма промежуточной аттестации</b>	<b>Зачет</b>

#### 4. Содержание дисциплины

##### 4.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Практические занятия, академ. часы	Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции/индикаторы
1	Введение. Предпосылки возникновения аддитивных технологий. Классификация аддитивных технологий.	2		2	ПК-2/ ПК-2.2
2	Аддитивные технологии с использованием полимерных и композиционных материалов. FDM печать.	2	4	4	ПК-2/ ПК-2.2, ПК-5/ ПК-5.3
3	SLA, DLP, LCD, MJM технологии.	2	4	4	ПК-2/ ПК-2.2, ПК-5/ ПК-5.3
4	SLS технология.	2		4	ПК-2/ ПК-2.2, ПК-5/ ПК-5.3
5	Аддитивные технологии с использованием металлов.	2	2	4	ПК-2/ ПК-2.2, ПК-5/ ПК-5.3
6	Производство металлических порошков.	2		4	ПК-2/ ПК-2.2, ПК-5/ ПК-5.3
7	Binder jetting технологии. Использование аддитивных технологий в литейном производстве.	2	2	4	ПК-2/ ПК-2.2, ПК-5/ ПК-5.3
8	Методы контроля качества в аддитивных технологиях. 3D сканирование. Компьютерная томография.	2	4	4	ПК-5/ ПК-5.3
9	Программное обеспечение, используемое в аддитивных технологиях. Бионический дизайн и топологическая оптимизация.	2	2	4	ПК-2/ ПК-2.2

#### 4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1.	ПК-2.2	Введение. Предпосылки возникновения аддитивных технологий. Классификация аддитивных технологий. Аддитивные технологии с использованием полимерных и композиционных материалов. FDM печать. SLA, DLP, LCD, MJM технологии. SLS технология. Аддитивные технологии с использованием металлов. Производство металлических порошков. Binder jetting технологии. Использование аддитивных технологий в литейном производстве. Программное обеспечение, используемое в аддитивных технологиях. Бионический дизайн и топологическая оптимизация.
2.	ПК-5.3	Аддитивные технологии с использованием полимерных и композиционных материалов. FDM печать. SLA, DLP, LCD, MJM технологии. SLS технология. Аддитивные технологии с использованием металлов. Производство металлических порошков. Binder jetting технологии. Использование аддитивных технологий в литейном производстве. Методы контроля качества в аддитивных технологиях. 3D сканирование. Компьютерная томография.

#### 4.3 Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Введение. Предпосылки возникновения аддитивных технологий. Классификация аддитивных технологий.	2	
2	Аддитивные технологии с использованием полимерных и композиционных материалов. FDM печать.	2	Дискуссия
3	SLA, DLP, LCD, MJM технологии.	2	Слайд-презентация
4	SLS технология.	2	Слайд-презентация
5	Аддитивные технологии с использованием металлов.	2	Слайд-презентация
6	Производство металлических порошков.	2	Дискуссия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
7	Binder jetting технологии. Использование аддитивных технологий в литейном производстве.	2	Слайд-презентация
8	Методы контроля качества в аддитивных технологиях. 3D сканирование. Компьютерная томография.	2	Слайд-презентация
9	Программное обеспечение, используемое в аддитивных технологиях. Бионический дизайн и топологическая оптимизация.	2	

#### 4.4. Занятия семинарского типа

##### 4.4.1. Практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	3D печать изделия с использованием метода послойного моделирования расплавленной нитью.	4	Мастер-класс
3	3D печать изделия с использованием метода стереолитографии.	4	
5	Проектирование изделия под 3D печать металлом.	2	
7	Изготовление изделий по Binder jetting технологии.	2	
8	3D сканирование изделия и создание его 3D модели с использованием ручного сканера.	4	
9	Измерение геометрических параметров напечатанных изделий, контроль точности изготовления.	2	

#### 4.5 Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Программа «Технет».</li> <li>2. Дорожная карта программы «Цифровая экономика Российской Федерации».</li> </ol>	2	контрольный опрос
2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные производители филамента в России и за рубежом.</li> <li>2. Особенности производства филамента для 3D печати, контроль качества филамента.</li> <li>3. FDM печать в технологии металлических изделий.</li> <li>4. FDM печать в технологии керамических изделий.</li> </ol>	4	контрольный опрос
3	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные характеристики керамических изделий, получаемых с использованием фотополимерных методов печати.</li> <li>2. Получение металлических изделий с использованием фотополимерных методов печати.</li> </ol>	4	контрольный опрос
4	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Основные характеристики керамических изделий, получаемых с использованием фотополимерных методов печати.</li> <li>4. Получение металлических изделий с использованием фотополимерных методов печати.</li> </ol>	4	контрольный опрос
5	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Технологии на основе электродов.</li> <li>2. Плазменная наплавка.</li> </ol>	4	контрольный опрос
6	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рынок металлических порошков для аддитивных технологий.</li> <li>2. Требования к сырью для производства металлических порошков для аддитивных технологий.</li> <li>3. Упаковка и хранение металлических порошков.</li> </ol>	4	контрольный опрос
7	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Характеристики литейных форм.</li> <li>2. Контроль качества литейных форм.</li> <li>3. Конструкция литейных форм.</li> <li>4. Виды литья, их особенности.</li> </ol>	4	контрольный опрос

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
8	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Механические свойства металлов, методы их определения.</li> <li>2. Механические свойства пластмасс, методы их определения.</li> <li>3. Механические свойства керамики, методы их определения.</li> </ol>	4	контрольный опрос
9	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Моделирование процессов при сплавлении пластиков.</li> <li>2. Моделирование процессов, протекающих при FDM печати.</li> <li>3. Информационные ресурсы и банки данных по аддитивным технологиям</li> </ol>	4	контрольный 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.technolog.edu.ru>

### **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета на 2 курсе в конце 3 семестра.

К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Зачет предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется теоретическими вопросами.

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

Пример варианта вопросов на зачете:

<p><b>Билет № 1</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Достоинства и недостатки аддитивных технологий.</li> <li>2. SLS технология.</li> <li>3. 3D сканирование.</li> </ol>
---

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1.

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

## 7 Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины

### а) печатные издания:

1. 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 [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. Основы материаловедения, коррозии и технологии материалов: 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, 2011. – 94 с.
4. Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов: лабораторный практикум / М.М.Сычев [и др.]; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. - Санкт-Петербург, 2013. – 161 с.
5. Бахметьев, В.В. Исследование микроструктуры сплавов с использованием компьютерной программы "ВидеоТесТ": методические указания / В. В. Бахметьев, М. М. Сычев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. - Санкт-Петербург, 2011. – 17 с.
6. 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 систем автоматизированного проектирования и управления. - Санкт-Петербург, 2010. – 155 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: 04.06.2020). - 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: 10.05.2020). - 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: 10.05.2020). - Режим доступа: по подписке.

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

- учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <http://media.technolog.edu.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.tti-gti.ru/>  
Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, таких как [www.yandex.ru](http://www.yandex.ru), [www.google.ru](http://www.google.ru), [www.rambler.ru](http://www.rambler.ru), [www.yahoo.ru](http://www.yahoo.ru) и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.  
С компьютеров института открыт доступ к:  
[www.elibrary.ru](http://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»), «Нанотехнологии» (книги издательства «Бином. Лаборатория знаний»);  
[www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) - КонсультантПлюс - база законодательных документов по РФ и Санкт-Петербургу;  
[www.scopus.com](http://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](http://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 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические 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 приходиться, 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;
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security;
- Apache OpenOffice.org (Apache 2.0) / LibreOffice (GNU LGPL 3+, MPL2.0).

### **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](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-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения занятий в интерактивной форме, чтения лекций в виде презентаций, демонстрации видео материалов используется мультимедийная техника.

Для проведения практических занятий используют компьютерный класс с персональными компьютерами.

Для проведения мастер классов и демонстрации практической исследовательской работы используется следующее оборудование:

1. FDM 3D принтер.
2. SLA 3D принтер.
3. Комплекс оптических измерений (15 металлографических микроскопов МИМ-4, МИМ-6, МИМ-8, универсальный измерительный микроскоп УИМ-21, рефрактометр ИРФ-23, 2 минералогических микроскопа МИН-8, 2 микротвердомера ПМТ-3,)
4. Штангенциркули.
5. 3D сканер
6. Разрывная машина МЗ-0,5-1;
7. Весы электронные аналитические ALC-210d4, электронные технические ЕТ-300;
8. Весы механические ВНЦ, ВКЛ-500М, ВЛР-200, WA-21;
9. Три бокса 7БП1-ОС;
10. Вакуумные сушильные шкафы SPT-200,
11. Электроды лабораторные SNOL 6,7/1300, РЭМ 24/87, МП-2УМ и др. с рабочей температурой до 16000С;
12. Стеклопосуда: колбы, мерные цилиндры.

## **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 28.08.2014г.

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

**1 Перечень компетенций и этапов их формирования**

<b>Компетенции</b>		
<b>Индекс</b>	<b>Формулировка</b>	<b>Этап формирования</b>
<b>ПК-2</b>	Способен использовать методики создания наносистем и наноматериалов.	промежуточный
<b>ПК-5</b>	Способен применять на практике физические и химические процессы, протекающие при получении, обработке и модификации наноматериалов и изделий из них.	промежуточный

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

Уровни освоения дисциплины оцениваются согласно требованиям, изложенным в паспорте каждой из указанных компетенций. Промежуточная аттестация проводится в форме зачета в 3 семестре, результат оценивания – «зачтено», «не зачтено»;

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачёта. Для получения зачёта должен быть достигнут «пороговый» уровень сформированности компетенций.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ (описание выраженности дескрипторов)
			«зачтено» (средний)
<b>ПК-2.2.</b> Знание и использование на практике методов цифровых технологий в современной промышленности	<b>Умеет</b> проводить выбор материалов и аддитивных технологий изготовления изделий в зависимости от требований к выпускаемым изделиям с учетом экономической и ресурсоэффективной составляющей (У-1).	Правильные ответы на вопросы №1-5,7,12,13,16, 17,21,24-26,28, 34,36-39,50,54 к зачету. Выполнение практических заданий.	Может описать основные аддитивные технологии и перечислить используемые в них материалы и общие требования, предъявляемые к ним. Понимает принципы выбора материалов и аддитивных технологий изготовления изделий в зависимости от требований к выпускаемым изделиям с учетом экономической и ресурсоэффективной составляющей.
	<b>Владеет</b> навыками разработки 3D моделей изделий, разделения их на слои, создания G-кода (Н-1).	Правильные ответы на вопросы №46-49,51-53 к зачету. Выполнение практических заданий.	Понимает принципы разработки 3D моделей изделий, разделения их на слои, создания G-кода
<b>ПК-5.3.</b> Знание основных технологий и областей применения материалов аддитивных производств.	<b>Знает</b> физические и химические процессы, протекающие при получении изделий, в т.ч. на основе наноматериалов, аддитивными технологиями (ЗН-1).	Правильные ответы на вопросы № 6,11,18,22-23,30-32 к зачету.	Имеет представление об основных промышленных методах получения материалов для аддитивных технологий
	<b>Умеет</b> анализировать свойства и характеристики материалов и изделий аддитивных технологий (У-2).	Правильные ответы на вопросы №8-10,14,15,19,20, 27,29,33,35,40-45 к зачету. Выполнение практических заданий.	Может проанализировать основные свойства и характеристики материалов и изделий аддитивных технологий

### **3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.**

Текущий контроль успеваемости осуществляется в форме опроса по темам практических занятий.

Промежуточный контроль по курсу проводится по результатам сдачи зачета. К зачету допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. Студент должен правильно ответить на 3 вопроса из списка контрольных вопросов для проведения зачета. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

#### **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.
5. Классификация аддитивных технологий.
6. Технология моделирования методом послойной наплавки (FDM).
7. Принцип действия и конструкции FDM принтеров.
8. Применяемые для FDM технологии материалы и их свойства.
9. FDM печать композиционных материалов.
10. Применения FDM печати.
11. Стереолитография.
12. Особенности DLP технологии.
13. Особенности LCD технологии.
14. Применяемые в стереолитографии материалы и их свойства.
15. Применения стереолитографии.
16. MJM технологии.
17. Изготовление керамических изделий методами стереолитографии и их применение.
18. SLS технология.
19. Применяемые в SLS материалы и их свойства.
20. Применения SLS печати.
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.
30. Газовая атомизация.
31. Центробежная атомизация.
32. Плазменная сфероидизация.
33. Контроль качества металлических порошков для 3D печати.
34. Binder jetting печать.
35. Применяемые в технологии Binder jetting материалы и их свойства.
36. Применения технологии Binder jetting.
37. 3d печать литейных форм.
38. 3d печать мастер моделей.

39. 3d печать выжигаемых моделей.
40. Показатели качества напечатанных деталей.
41. Точность, воспроизводимость и скорость производства при использовании аддитивных технологий.
42. Неизотропность свойств.
43. Контрольно-измерительные машины.
44. 3D сканирование.
45. Компьютерная томография.
46. Конвертация моделей в STL формат.
47. Программы-слайсеры.
48. Построение поддержек, выполняемые ими функции.
49. Бионический дизайн и топологическая оптимизация.
50. Перспективы развития материалов и технологий аддитивного производства в гражданской и военной отраслях.
51. Концепция «цифровых двойников».
52. Информационные ресурсы и банки данных по аддитивным технологиям.
53. Особенности проектирования изделия под аддитивное производство.
54. Наноматериалы и нанотехнологии в аддитивном производстве.

**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.