

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 15.09.2023 17:45:02  
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  
« 25 » июня 2019 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**ПРОМЫШЛЕННОСТЬ 4.0**

Направление подготовки

**28.04.03 Наноматериалы**

Направленность программы магистратуры

**Наноматериалы для Промышленности 4.0**

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **механический**

Кафедра **теоретических основ материаловедения**

Санкт-Петербург

2019

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

Рабочая программа дисциплины «Промышленность 4.0» обсуждена на заседании кафедры теоретических основ материаловедения  
протокол от «06» июня 2019 № 8  
Заведующий кафедрой

М.М. Сычев

Одобрено учебно-методической комиссией механического факультета  
протокол от «21» июня 2019 № 11

Председатель

А.Н. Луцко

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Нanomатериалы»		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 .....	7
3	Объем дисциплины.....	7
4	Содержание дисциплины.....	8
4.1	Разделы дисциплины и виды занятий .....	8
4.2	Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины .....	9
4.3	Занятия лекционного типа .....	11
4.4	Занятия семинарского типа .....	102
4.4.1	Лабораторные занятия .....	12
4.5	Самостоятельная работа обучающихся.....	113
5	Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	134
6	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	134
7	Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины .....	145
8	Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	156
9	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	156
10	Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....	167
10.1	Информационные технологии.....	167
10.2	Программное обеспечение.....	167
10.3	Базы данных и информационные справочные системы .....	167
11	Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы .....	167
12	Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	178
	Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации ..	189

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

Для освоения образовательной программы магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<b>ОПК-2</b> Способен управлять профессиональной и иной деятельностью на основе применения знаний проектного и финансового менеджмента	<b>ОПК-2.2</b> Владение опытом производственного менеджмента: расчета экономической и ресурсоэффективной составляющей при выполнении исследовательской работы.	<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>ОПК-3</b> Способен управлять жизненным циклом создания инженерных продуктов в области нанотехнологий и наноматериалов с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений	<b>ОПК-3.1</b> Владение современными методами анализа эффективности производственного процесса и оценки производственных потерь и подходами к разработке комплекса мероприятий по их устранению.	<b>Знать:</b> - современные методы анализа эффективности производственного процесса и оценки производственных потерь. (Зн-1). <b>Владеть:</b> - навыками разработки комплекса мероприятий по устранению производственных потерь в профессиональной сфере (Н-1).
	<b>ОПК-3.2</b> Проведение технико-экономического обоснования и экономической оценки проектных решений и инженерных задач.	<b>Знать:</b> - основные критерии экономической оценки проектных решений и инженерных задач. (Зн-2) <b>Уметь:</b> - проводить технико-экономическое обоснование и экономическую оценку проектных решений и инженерных задач. (У-2)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
	<b>ОПК-3.3</b> Анализ и оценка затрат предприятия (проекта) с учетом инженерных рисков.	<b>Знать:</b> -основные промышленные методы получения металлических порошков для аддитивных технологий. (Зн-3) <b>Уметь:</b> -анализировать возможные инженерные риски при осуществлении технологического процесса на предприятии и оценить затраты предприятия или конкретного проекта. (У-3)
	<b>ОПК-3.4</b> Проведение экологической оценки проектных решений и инженерных задач.	<b>Знать:</b> -основные критерии экологической оценки проектных решений и инженерных задач. (Зн-4) <b>Уметь:</b> -давать экологическую оценку проектных решений и инженерных задач. (У-4)
<b>ОПК-6</b> Способен демонстрировать социальную ответственность за принимаемые решения, учитывать правовые и культурные аспекты, обеспечивать устойчивое развитие при ведении профессиональной и иной деятельности.	<b>ОПК-6.1</b> Расчёт длительности выполнения технологических операций с использованием нормативных справочников.	<b>Уметь:</b> -использовать нормативные справочники для расчёта длительности выполнения технологических операций. (У-5)
	<b>ОПК-6.2</b> Оценка по критериям технологии синтеза наноматериалов с точки зрения безопасности для сотрудников и окружающей среды.	<b>Знать:</b> -основные требования стандартов предприятия по безопасности труда. (Зн-5) <b>Уметь:</b> -оценивать технологические процессы синтеза наноматериалов с точки зрения безопасности для сотрудников и окружающей среды. (У-6)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
	<b>ОПК-6.3</b> Использование методик организации работы персонала, соблюдения технологической и трудовой дисциплины.	<b>Владеть:</b> -методиками организации работы персонала, соблюдения технологической и трудовой дисциплины. (Н-2)
<b>ПК-3</b> Способен осуществлять анализ новых технологий производства и разрабатывать рекомендации по составу и способам обработки конструкционных, инструментальных, композиционных и иных материалов для успешной конкуренции на рынке идей и технологий.	<b>ПК-3.1</b> Анализ возможности использования заданного класса наноматериалов для решения поставленной задачи.	<b>Знать:</b> - основные виды наноматериалов применяемых в аддитивных технологиях; (Зн-6) -физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении методами аддитивных технологий; (Зн-7) <b>Уметь:</b> -использовать технические средства для измерения и контроля структуры и свойств материалов и изделий, полученных аддитивными технологиями. (У-7) <b>Владеть:</b> -методами проектирования изделий для изготовления аддитивными технологиями; (Н-3)

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Промышленность 4.0» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины» образовательной программы магистратуры 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 «Промышленность 4.0» 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>5/ 180</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>91</b>
занятия лекционного типа	34
занятия семинарского типа, в т.ч.	51
семинары, практические занятия	-
лабораторные работы	51
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСП	6
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>62</b>
<b>Форма текущего контроля</b>	<b>Защита отчетов по лабораторным работам</b>
<b>Форма промежуточной аттестации</b>	<b>Экзамен (27)</b>

## 4 Содержание дисциплины

### 4.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Лабораторные работы, академ. часы	Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции
1	Введение – связь инновационности и развития экономики. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации».	2	-	2	ОПК-2, ОПК-3
2	Виртуальная реальность. Облачные технологии.	4	10	10	ОПК-3, ОПК-6
3	Большие данные. Интернет вещей.	4	10	10	ОПК-3
4	«Умный город». Электронное правительство.	4		10	ОПК-3, ОПК-6
5	Робототехника. Концепция «цифровых двойников». Аддитивные технологии (3D печать), экономический аспект. Наноматериалы и нанотехнологии.	14	31	14	ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6, ПК-3
6	Логистика 4.0. Цифровизация инновационной деятельности. Факторы эффективности новых бизнес-моделей в контексте Индустрии 4.0.	4		10	ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6
7	Рынок труда. Особенности подготовки специалистов. Психологический аспект цифровизации.	2	-	6	ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6



## 4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1.	ОПК-2.2	<p>Робототехника. Концепция «цифровых двойников». Аддитивные технологии (3D печать), экономический аспект. Наноматериалы и нанотехнологии.</p> <p>Рынок труда. Особенности подготовки специалистов. Психологический аспект цифровизации.</p>
2.	ОПК-3.1	<p>Введение – связь инновационности и развития экономики. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации».</p> <p>Виртуальная реальность. Облачные технологии.</p> <p>Большие данные. Интернет вещей.</p> <p>«Умный город». Электронное правительство.</p> <p>Робототехника. Концепция «цифровых двойников». Аддитивные технологии (3D печать), экономический аспект. Наноматериалы и нанотехнологии.</p> <p>Логистика 4.0. Цифровизация инновационной деятельности. Факторы эффективности новых бизнес-моделей в контексте Индустрии 4.0.</p>
3.	ОПК-3.2	<p>Робототехника. Концепция «цифровых двойников». Аддитивные технологии (3D печать), экономический аспект. Наноматериалы и нанотехнологии.</p>
4.	ОПК-3.3	<p>Виртуальная реальность. Облачные технологии.</p> <p>Большие данные. Интернет вещей.</p> <p>Робототехника. Концепция «цифровых двойников». Аддитивные технологии (3D печать), экономический аспект. Наноматериалы и нанотехнологии.</p>
5.	ОПК-3.4	<p>Робототехника. Концепция «цифровых двойников». Аддитивные технологии (3D печать), экономический аспект. Наноматериалы и нанотехнологии.</p> <p>Рынок труда. Особенности подготовки специалистов. Психологический аспект цифровизации.</p>

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
6.	ОПК-6.1	Робототехника. Концепция «цифровых двойников». Аддитивные технологии (3D печать), экономический аспект. Наноматериалы и нанотехнологии.
7.	ОПК-6.2	Робототехника. Концепция «цифровых двойников». Аддитивные технологии (3D печать), экономический аспект. Наноматериалы и нанотехнологии.  Рынок труда. Особенности подготовки специалистов. Психологический аспект цифровизации.
8.	ОПК-6.3	Виртуальная реальность. Облачные технологии.  «Умный город». Электронное правительство.  Робототехника. Концепция «цифровых двойников». Аддитивные технологии (3D печать), экономический аспект. Наноматериалы и нанотехнологии.  Логистика 4.0. Цифровизация инновационной деятельности. Факторы эффективности новых бизнес-моделей в контексте Индустрии 4.0.  Рынок труда. Особенности подготовки специалистов. Психологический аспект цифровизации.
9.	ПК-3.1	Робототехника. Концепция «цифровых двойников». Аддитивные технологии (3D печать), экономический аспект. Наноматериалы и нанотехнологии.

#### 4.3 Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Введение – связь инновационности и развития экономики. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации».	2	
2	Виртуальная реальность. Облачные технологии.	4	Дискуссия
3	Большие данные. Интернет вещей.	4	
4	«Умный город». Электронное правительство.	4	
5	Робототехника. Концепция «цифровых двойников». Аддитивные технологии (3D печать), экономический аспект. Наноматериалы и нанотехнологии.	14	
6	Логистика 4.0. Цифровизация инновационной деятельности. Факторы эффективности новых бизнес-моделей в контексте Индустрии 4.0.	4	Дискуссия
7	Рынок труда. Особенности подготовки специалистов. Психологический аспект цифровизации.	2	

#### 4.4. Занятия семинарского типа

##### 4.4.1. Лабораторные занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	Виртуальная реальность. Облачные технологии. 3D сканирование изделия и создание его 3D модели с использованием ручного сканера Creaform.	10	Мастер-класс
3	Большие данные. Интернет вещей. Освоение программно-аппаратного комплекса дистанционного контроля и измерения характеристик электрохромных устройств.	10	
5	Робототехника. Концепция «цифровых двойников». Аддитивные технологии (3D печать), экономический аспект. Наноматериалы и нанотехнологии. Проектирование изделия под 3D печать с использованием соответствующего программного обеспечения, создание 3D модели. Слайсирование модели. 3D печать изделия с использованием метода послойного моделирования расплавленной нитью. 3D печать изделия с использованием метода стереолитографии. Измерение геометрических параметров напечатанных изделий, контроль точности изготовления.	31	

#### 4.5 Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	1. Программа «Технет». 2. Дорожная карта программы «Цифровая экономика Российской Федерации».	2	контрольный опрос
2	1. Использование виртуальной реальности в обучении, в том числе обучении персонала. 2. Использование облачных технологий в обучении, в том числе обучении персонала.	10	контрольный опрос
3	1. Использование больших данных в прогнозировании качества продукции. 2. Бытовые применения интернета вещей.	10	контрольный опрос
4	1. Самостоятельно изучить примеры реализации концепции «Умный город» на примере зарубежных стран. 2. Самостоятельно изучить примеры реализации концепции электронного правительства на примере зарубежных стран.	10	контрольный опрос
5	1. Металлические порошки, в том числе нанопорошки, для аддитивных технологий. 2. Изготовление, упаковка и хранение металлических нанопорошков. 3. Требования к сырью для производства металлических порошков для аддитивных технологий. 4. Информационные ресурсы и банки данных по аддитивным технологиям 5. Основные характеристики керамических изделий, получаемых с использованием фотополимерных методов печати. 6. Получение металлических изделий с использованием фотополимерных методов печати.	14	контрольный опрос

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
6	1. Цифровые технологии в логистике. 2. Информационные ресурсы для инновационной деятельности. 3. Интернет-ресурсы для привлечения денежных средств на реализацию инновационных проектов по схеме краудфандинга.	10	контрольный опрос
7	1. Интернет-ресурсы для поиска работы. 2. Дистанционные формы обучения.	6	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>.

Рабочей программой дисциплины «Промышленность 4.0» предусмотрена самостоятельная работа обучающихся в объеме 62 часа. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- чтение обучающимися рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- подготовку к лабораторным работам;
- работу с Интернет-источниками;
- подготовку материалов для участия в групповых дискуссиях на заданные темы;
- подготовку к сдаче экзамена.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, обучающимся лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в "Рабочей программе". По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в Рабочей программе дисциплины «Промышленность 4.0», следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса.

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

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

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

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

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

Пример варианта вопросов на экзамене:

**Билет № 1**

1. Основы 3D сканирования, точность сканеров различного типа.
2. Достоинства и недостатки аддитивных технологий.
3. Интернет-ресурсы для привлечения денежных средств на реализацию инновационных проектов по схеме краудфандинга.

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.]; СПбГТИ(ТУ). Каф. теорет. основ материаловедения. - СПб., 2018. – 35 с.
2. Производственные наукоемкие системы: учеб. пособие / Т.В.Лукашова [и др.]; СПбГТИ(ТУ). Каф. теорет. основ материаловедения. – СПб. 2010. - 152 с.
3. Основы материаловедения, коррозии и технологии материалов: учеб. пособие / М.М.Сычев [и др.]; СПбГТИ(ТУ). Каф. теорет. основ материаловедения. - СПб., 2011. – 94 с.
4. Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов: лабораторный практикум / М.М.Сычев [и др.] – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2013. – 161 с.
5. Бахметьев, В.В. Исследование микроструктуры сплавов с использованием компьютерной программы "ВидеоТесТ": Методические указания / В. В. Бахметьев, М. М. Сычев ; СПбГТИ(ТУ). - СПб.: 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. - СПбГТИ(ТУ). Каф. систем. автоматизир. Проектирования и управления. - СПб., 2010. – 155 с.

#### **б) электронные издания:**

1. Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов: лабораторный практикум / М.М.Сычев [и др.] – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2013. – 161 с.
2. Производственные наукоемкие системы: учеб. пособие / Т.В.Лукашова [и др.]; СПбГТИ(ТУ). Каф. теорет. основ материаловедения. – СПб., 2010. - 152 с.
3. Бахметьев, В.В. Исследование микроструктуры сплавов с использованием компьютерной программы "ВидеоТесТ": Методические указания / В. В. Бахметьев, М. М. Сычев ; СПбГТИ(ТУ). - СПб.: 2011. - 17 с.
4. Макарова, Л.Ф. Основы стандартизации, метрологии, сертификации: учебное пособие для заочной формы обучения направления подготовки «Информатика и вычислительная техника» / Л.Ф. Макарова. - СПбГТИ(ТУ). Каф. систем. автоматизир. Проектирования и управления. - СПб., 2010. – 155 с.

## **8 Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины**

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», «Профессия»), «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.

<http://top3dshop.ru/> - сайт, посвященный 3D печати.

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Все виды занятий по дисциплине «Промышленность 4.0» 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.

<http://bibl.lti-gti.ru/service1.html> - Электронно-библиотечная система «Электронный читальный зал – БиблиоТех» СПбГТИ(ТУ),

<http://media.technolog.edu.ru/index.php?lang=ru> – Интернет ресурс для электронного взаимодействия работников и учащихся СПбГТИ(ТУ).

### **10.2 Программное обеспечение**

Для проведения занятий имеются персональные компьютеры с программным обеспечением:

- Windows,
- OpenOffice.

### **10.3 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://worldddofaut.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.

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

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. Анализатор размера частиц;
7. Разрывная машина МЗ-0,5-1;
8. Весы электронные аналитические ALC-210d4, электронные технические ЕТ-300;
9. Весы механические ВНЦ, ВКЛ-500М, ВЛР-200, WA-21;
10. Три бокса 7БП1-ОС;
11. Вакуумные сушильные шкафы SPT-200,
12. Электropечи лабораторные SNOL 6,7/1300, РЭМ 24/87, МП-2УМ и др. с рабочей температурой до 16000С;
13. Стеклоянная посуда: колбы, мерные цилиндры, водоструйный насос, холодильник, чашки Петри, колба Бунзена, воронка Бюхнера.

## **12 Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные 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 «Промышленность 4.0»**

**1 Перечень компетенций и этапов их формирования**

<b>Компетенции</b>		
<b>Индекс</b>	<b>Формулировка</b>	<b>Этап формирования</b>
ОПК-2	Способен управлять профессиональной и иной деятельностью на основе применения знаний проектного и финансового менеджмента.	промежуточный
ОПК-3	Способен управлять жизненным циклом создания инженерных продуктов в области нанотехнологий и наноматериалов с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений	промежуточный
ОПК-6	Способен демонстрировать социальную ответственность за принимаемые решения, учитывать правовые и культурные аспекты, обеспечивать устойчивое развитие при ведении профессиональной и иной деятельности.	промежуточный
ПК-3	Способен осуществлять анализ новых технологий производства и разрабатывать рекомендации по составу и способам обработки конструкционных, инструментальных, композиционных и иных материалов для успешной конкуренции на рынке идей и технологий.	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)
<b>ОПК- 2.2</b> Владение опытом производственного менеджмента: расчета экономической и ресурсоэффективной составляющей при выполнении исследовательской работы.	<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 №18,24,30,35, 43,44,51,52,83 к экзамену. Выполнение лабораторной работы.	Может описать некоторые 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	Способен самостоятельно провести выбор материалов и аддитивных технологий изготовления изделий в зависимости от требований к выпускаемым изделиям с учетом экономической и ресурсоэффективной составляющей
<b>ОПК-3.1</b> Владение современными методами анализа эффективности производственного процесса и оценки производственных потерь и	<b>Знает</b> современные методы анализа эффективности производственного процесса и оценки производственных потерь. (Зн-1).	Правильные ответы на вопросы №1,2,3,10,11, 12,19,22,26-29,32,34,37,38 ,40,41,53-55,67 к экзамену.	Имеет представление о способах оценки эффективности производственного процесса	Понимает современные методы анализа эффективности производственного процесса и оценки производственных потерь	Понимает современные методы анализа эффективности производственного процесса и может привести конкретные примеры оценки производственных потерь

подходами к разработке комплекса мероприятий по их устранению.	<b>Владеет</b> навыками разработки комплекса мероприятий по устранению производственных потерь в профессиональной сфере (Н-1).	Правильные ответы на вопросы №4-9,13-15,68,74,78 к экзамену. Выполнение лабораторной работы.	Имеет представление о принципах разработки комплекса мероприятий по устранению производственных потерь в профессиональной сфере	Понимает принципы разработки комплекса мероприятий по устранению производственных потерь в профессиональной сфере	Может самостоятельно разрабатывать комплекс мероприятий по устранению производственных потерь в профессиональной сфере
<b>ОПК-3.2</b> Проведение технико-экономического обоснования и экономическую оценку проектных решений и инженерных задач.	<b>Знает</b> основные критерии экономической оценки проектных решений и инженерных задач. (Зн-2)	Правильные ответы на вопросы №22,23,27,32,34,38,40,41,50 к экзамену.	Имеет представление об основных экономических критериях инженерных проектов и задач	Может перечислить основные критерии экономической оценки проектных решений и инженерных задач	Понимает и может перечислить основные критерии экономической оценки проектных решений и инженерных задач, а также привести конкретные примеры
	<b>Умеет</b> проводить технико-экономическое обоснование и экономическую оценку проектных решений и инженерных задач. (У-2)	Правильные ответы на вопросы № 21,26,31,36,44,52,64,65 к экзамену.  Выполнение лабораторной работы.	В целом способен дать технико-экономическое обоснование и экономическую оценку некоторым инженерным задачам, но допускает систематические ошибки	Может провести технико-экономическое обоснование и экономическую оценку проектных решений и инженерных задач, но допускает некоторые ошибки	Способен самостоятельно проводить технико-экономическое обоснование и экономическую оценку проектных решений и инженерных задач на конкретных примерах
<b>ОПК-3.3</b> Анализ и оценка затрат предприятия (проекта) с учетом инженерных	<b>Знает</b> основные промышленные методы получения металлических порошков для аддитивных технологий. (Зн-3).	Правильные ответы на вопросы № 39,42-49,69-72 к экзамену.	Имеет представление об основных промышленных методах получения материалов для аддитивных технологий	Может перечислить основные промышленные методы получения металлических порошков для	Понимает и может перечислить все промышленные методы получения металлических порошков для

рисков.				аддитивных технологий	аддитивных технологий
	<b>Умеет</b> анализировать возможные инженерные риски при осуществлении технологического процесса на предприятии и оценить затраты предприятия или конкретного проекта. (У-3)	Правильные ответы на вопросы № 5,7,8,12,16,17 к экзамену.  Выполнение лабораторной работы.	Может назвать некоторые возможные инженерные риски для конкретного примера технологического процесса	Понимает основные принципы анализа инженерных рисков и оценки затрат предприятия	Способен самостоятельно провести анализ возможных инженерных рисков при осуществлении технологического процесса и оценить затраты на него
<b>ОПК-3.4</b> Проведение экологической оценки проектных решений и инженерных задач.	<b>Знает</b> основные критерии экологической оценки проектных решений и инженерных задач. (Зн-4)	Правильные ответы на вопросы № 17,18,83 к экзамену.	Может перечислить некоторые критерии экологической оценки проектных решений и инженерных задач	В целом знает основные критерии экологической оценки проектных решений и инженерных задач, но может допускать некоторые ошибки	Четко и последовательно может рассказать об основных критериях экологической оценки проектных решений и инженерных задач
	<b>Умеет</b> давать экологическую оценку проектных решений и инженерных задач. (У-4)	Правильные ответы на вопросы № 17,18,21,26,31,36,44,52,64,65,83 к экзамену. Выполнение лабораторной работы.	Может дать примерную экологическую оценку некоторых проектных решений и инженерных задач	Может дать экологическую оценку проектных решений и некоторых инженерных задач	Способен самостоятельно проводить подробную экологическую оценку проектных решений и инженерных задач

<p><b>ОПК-6.1</b> Расчёт длительности выполнения технологических операций с использованием нормативных справочников.</p>	<p><b>Умеет</b> использовать нормативные справочники для расчёта длительности выполнения технологических операций. (У-5)</p>	<p>Правильные ответы на вопросы №56,57 к экзамену. Выполнение лабораторной работы.</p>	<p>Имеет представление о содержании нормативных справочников, применяемых при составлении технологических процессов</p>	<p>В целом может использовать нормативные справочники для расчёта длительности выполнения технологических операций, но допускает незначительные ошибки</p>	<p>Способен грамотно использовать нормативные справочники для расчёта длительности выполнения технологических операций</p>
<p><b>ОПК-6.2</b> Оценка по критериям технологии синтеза наноматериалов с точки зрения безопасности для сотрудников и окружающей среды.</p>	<p><b>Знает</b> основные требования стандартов предприятия по безопасности труда. (Зн-5)</p>	<p>Правильные ответы на вопросы № 17-21,66 к экзамену.</p>	<p>Имеет представления о некоторых требованиях стандартов предприятия по безопасности труда</p>	<p>Понимает основные требования стандартов предприятия по безопасности труда, но допускает некоторые ошибки при их перечислении</p>	<p>Имеет четкое представление и может перечислить все основные требования стандартов предприятия по безопасности труда</p>
	<p><b>Умеет</b> оценивать технологические процессы синтеза наноматериалов с точки зрения безопасности для сотрудников и окружающей среды. (У-6)</p>	<p>Правильные ответы на вопросы № 17-21,66,83 к экзамену. Выполнение лабораторной работы.</p>	<p>Имеет представление о технологических процессах синтеза наноматериалов и безопасности труда в целом</p>	<p>В целом способен давать оценку технологических процессов синтеза наноматериалов с точки зрения безопасности для сотрудников и окружающей среды, но допускает некоторые ошибки</p>	<p>Может самостоятельно проводить качественную оценку технологических процессов синтеза наноматериалов с точки зрения безопасности для сотрудников и окружающей среды</p>

<p><b>ОПК-6.3</b> Использование методик организации работы персонала, соблюдения технологической и трудовой дисциплины.</p>	<p><b>Владеет</b> методиками организации работы персонала, соблюдения технологической и трудовой дисциплины. (Н-2)</p>	<p>Правильные ответы на вопросы №8,9,15,73-82 к экзамену. Выполнение лабораторной работы.</p>	<p>Имеет представления о методиках организации работы персонала, соблюдения технологической и трудовой дисциплины</p>	<p>Понимает основные принципы организации работы персонала, соблюдения технологической и трудовой дисциплины</p>	<p>Способен самостоятельно организовать работу персонала и обеспечить соблюдение технологической и трудовой дисциплины</p>
<p><b>ПК-3.1</b> Анализ возможности использования заданного класса наноматериалов для решения поставленной задачи.</p>	<p><b>Знает</b> основные виды наноматериалов применяемых в аддитивных технологиях; (Зн-6)</p>	<p>Правильные ответы на вопросы №24,25,30,33,43,51,66,69,70,71 к экзамену</p>	<p>Имеет представление об основных видах наноматериалов, применяемых в аддитивных технологиях</p>	<p>Может перечислить основные виды наноматериалов, применяемых в аддитивных технологиях и их свойства</p>	<p>Имеет четкие и последовательные знания о применении в аддитивных технологиях наноматериалов, в зависимости от их свойств и требований к выпускаемой продукции.</p>
	<p><b>Знает</b> физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении методами аддитивных технологий; (Зн-7)</p>	<p>Правильные ответы на вопросы № 22,27,32,34,38,40,41,50 к экзамену.</p>	<p>Имеет представление об основных физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении методами аддитивных технологий</p>	<p>Может назвать и описать некоторые физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении методами аддитивных технологий</p>	<p>Имеет четкие представления об основных физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении методами аддитивных технологий</p>



	<b>Умеет</b> использовать технические средства для измерения и контроля структуры и свойств материалов и изделий, полученных аддитивными технологиями. (У-7)	Правильные ответы на вопросы №49,56-61 к экзамену. Выполнение лабораторной работы.	Имеет представление о технических средствах для измерения и контроля структуры и свойств изделий, полученных аддитивными технологиями	Понимает и может использовать некоторые технические средства для измерения и контроля структуры и свойств изделий, полученных аддитивными технологиями	Способен самостоятельно проводить комплексные исследования, диагностику изделий и материалов, полученных аддитивными технологиями.
	<b>Владеет</b> методами проектирования изделий для изготовления аддитивными технологиями; (Н-3)	Правильные ответы на вопросы №62,63,68 к экзамену. Выполнение лабораторной работы.	Имеет представление о методах проектирования изделий для изготовления аддитивными технологиями.	В целом может использовать методы проектирования изделий для изготовления методами аддитивных технологий, но допускает незначительные ошибки	Способен самостоятельно выбрать и квалифицированно использовать методы проектирования изделий для изготовления аддитивными технологиями.

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

промежуточная аттестация проводится в форме экзамена, шкала оценивания – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

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

Текущий контроль успеваемости осуществляется в форме защиты отчетов по лабораторным работам.

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

#### **Контрольные вопросы для проведения экзамена:**

1. Связь инновационности и развития экономики.
2. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации».
3. Программа «Технет».
4. Дорожная карта программы «Цифровая экономика Российской Федерации».
5. Виртуальная реальность.
6. Облачные технологии.
7. Основы 3D сканирования, точность сканеров различного типа.
8. Использование виртуальной реальности в обучении, в том числе обучении персонала.
9. Использование облачных технологий в обучении, в том числе обучении персонала.
10. Большие данные.
11. Интернет вещей.
12. Использование больших данных в прогнозировании качества продукции.
13. Бытовые применения интернета вещей.
14. Концепция «Умный город».
15. Электронное правительство. Примеры реализации.
16. Робототехника, этапы развития.
17. Достоинства и недостатки аддитивных технологий.
18. Экономические и экологические аспекты использования аддитивных технологий.
19. Исторические предпосылки появления аддитивных технологий.
20. Основные понятия и определения аддитивных технологий.
21. Классификация аддитивных технологий.
22. Технология моделирования методом послойной наплавки (FDM).
23. Принцип действия и конструкции FDM принтеров.
24. Применяемые для FDM технологии материалы и их свойства.
25. FDM печать композиционных материалов.
26. Применения FDM печати.
27. Стереолитография.
28. Особенности DLP технологии.
29. Особенности LCD технологии.
30. Применяемые в стереолитографии материалы и их свойства.
31. Применения стереолитографии.
32. MJM технологии.
33. Изготовление керамических изделий методами стереолитографии и их применение.
34. SLS технология.
35. Применяемые в SLS материалы и их свойства.
36. Применения SLS печати.
37. Методы изготовления металлических изделий 3D печатью.
38. Селективное лазерное сплавление.
39. Процессы, протекающие при сплавлении металлов.
40. Лазерная наплавка.
41. Электронно-лучевая плавка.

42. Критерии выбора технологии при изготовлении изделий на основе металлов.
43. Применяемые в 3D печати металлами сплавы и их свойства.
44. Применения 3D печати металлами.
45. Требования к порошкам для 3D печати металлами.
46. Газовая атомизация.
47. Центробежная атомизация.
48. Плазменная сфероидизация.
49. Контроль качества металлических порошков для 3D печати.
50. Binder jetting печать.
51. Применяемые в технологии Binder jetting материалы и их свойства.
52. Применения технологии Binder jetting.
53. 3D печать литейных форм.
54. 3D печать мастер моделей.
55. 3D печать выжигаемых моделей.
56. Показатели качества напечатанных деталей.
57. Точность, воспроизводимость и скорость производства при использовании аддитивных технологий.
58. Неизотропность свойств напечатанных деталей.
59. Контрольно-измерительные машины.
60. 3D сканирование.
61. Компьютерная томография.
62. Конвертация моделей в STL формат.
63. Программы-слайсеры.
64. Построение поддержек, выполняемые ими функции.
65. Бионический дизайн и топологическая оптимизация.
66. Перспективы развития материалов и технологий аддитивного производства в гражданской и военной отраслях.
67. Концепция «цифровых двойников».
68. Особенности проектирования изделия под аддитивное производство.
69. Наноматериалы и нанотехнологии в аддитивном производстве.
70. Металлические порошки, в том числе нанопорошки, для аддитивных технологий.
71. Изготовление, упаковка и хранение металлических нанопорошков.
72. Требования к сырью для производства металлических порошков для аддитивных технологий.
73. Информационные ресурсы и банки данных по аддитивным технологиям.
74. Цифровые технологии в логистике.
75. Информационные ресурсы для инновационной деятельности.
76. Интернет-ресурсы для привлечения денежных средств на реализацию инновационных проектов по схеме краудфандинга.
77. Цифровизация инновационной деятельности.
78. Факторы эффективности новых бизнес-моделей в контексте Индустрии 4.0.
79. Особенности подготовки специалистов для цифровой экономики.
80. Психологический аспект цифровизации.
81. Интернет-ресурсы для поиска работы.
82. Дистанционные формы обучения.
83. Экологический аспект внедрения концепции Индустрии 4.0.

К экзамену допускаются обучающиеся, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче экзамена, обучающийся получает три вопроса из перечня, приведенного выше.

Время подготовки обучающегося 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.