

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 29.09.2023 10:04:51
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
«04» марта 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины
ТЕХНОЛОГИИ ПРОТОТИПИРОВАНИЯ**

Направление подготовки

15.04.02 Технологические машины и оборудование

Направленность программы магистратуры

**Машины и технологии для переработки и модификации полимерных композиционных
материалов**

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Факультет **механический**

Кафедра **оборудования и робототехники переработки пластмасс**

Санкт-Петербург

2021

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		<u>Стебовский Г.А.</u>

Рабочая программа дисциплины «Технологии прототипирования» обсуждена на заседании кафедры оборудования и робототехники переработки пластмасс
протокол от «26» 02 2021 № 3

Заведующий кафедрой

В.П. Бритов

Одобрено учебно-методической комиссией механического факультета
протокол от «02» 03 2021 № 6

Председатель

А.Н. Луцко

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Технологические машины и оборудование»		А.Н. Луцко
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.....	6
3. Объем дисциплины.....	6
4. Содержание дисциплины.....	7
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	7
4.2. Занятия лекционного типа.....	8
4.3. Занятия семинарского типа.....	9
4.4. Самостоятельная работа обучающихся.....	10
4.5 Темы РГР и индивидуального задания.....	10
4.6. Курсовое проектирование.....	10
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	11
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	11
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.....	11
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины	12
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-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.....	13
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.....	13
Приложение № 1.....	14

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

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p>ОПК-13 – Способен разрабатывать и применять современные цифровые программы проектирования технологических машин и оборудования, алгоритмы моделирования их работы и испытания их работоспособности.</p>	<p>ОПК-13.2 – методология подготовки САД-моделей для получения прототипов различными методами.</p>	<p>Знать: требования к моделям, подготавливаемым к прототипированию тем или иным способом (ЗН-1). Уметь: применять САД-системы для проектирования модели прототипа с учетом функциональных и технологических требований (У-1) Владеть: методами конвертирования САД-моделей для передачи в программные комплексы для прототипирования (Н-1)</p>
	<p>ОПК-13.3 – применение современных средств САПР для создания прототипов изделий и оснастки, а также сопроводительной конструкторской и технической документации.</p>	<p>Знать: Особенности подготовки моделей для получения физических прототипов различными методами трехмерной печати.(ЗН-2) Уметь: применять современные средства САПР для создания моделей прототипов изделий и оснастки, а также сопроводительной конструкторской и технической документации. (У-2) Владеть: навыками подготовки моделей для получения прототипов различными методами в специализированных программных продуктах. (Н-2)</p>
<p>ПК-1 - Способен анализировать научно-техническую информацию, систематизировать технические данные и показатели, планировать экспериментальные исследования, обрабатывать и</p>	<p>ПК-1.2 – разработка САД-моделей для прототипирования с учетом особенностей анализируемого технологического производства</p>	<p>Знать: методологию получения прототипов с требуемыми точностью и качеством поверхности; (ЗН-3) Уметь: применять специализированные программные комплексы для трехмерного сканирования (У-3) Владеть: навыками получения функциональной технологической оснастки по модели-прототипу (Н-3)</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
анализировать полученные результаты, выполнять работы по оптимизации и модернизации производственных процессов.	ПК-1.3 – методы получения и особенности применения физических и виртуальных моделей и прототипов при отработке и оптимизации производственных процессов	<p>Знать: технологические особенности различных процессов получения прототипов, возможности функционального применения моделей-прототипов; (ЗН-4)</p> <p>Уметь: создавать управляющие программы для печати прототипов (У-4)</p> <p>Владеть: методиками подбора и оптимизации технологических параметров процессов печати. (Н-4)</p>
ПК-2 – Способен использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программ и баз данных для расчета технологических параметров оборудования и мониторинга природных сред	ПК-2.1 – Методология подготовки и программирования оборудования для создания прототипов.	<p>Знать: особенности основных программных комплексов, используемых для создания прототипов, и порядок обмена данными между различными системами. (ЗН-5)</p> <p>Уметь: подготовить сложные модели к печати с использованием поддерживающих структур, настраивать технологическое оборудование под конкретную задачу (У-5)</p> <p>Владеть: навыками проведения 3D-сканирования анализируемых объектов. (Н-5)</p>
	ПК-2.2 – Проведение поиска и анализа подходящих материалов для получения прототипов и разрабатываемых изделий с использованием баз данных	<p>Знать: взаимосвязь технологических параметров печати с качеством получаемой модели (ЗН-6)</p> <p>Уметь: использовать базы данных при выборе подходящих материалов для получения прототипов (У-6)</p> <p>Владеть: навыками наладки технологического оборудования на работу с заданным материалом. (Н-6)</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Технологии прототипирования» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины» образовательной программы магистратуры и изучается на первом курсе, во втором семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Компьютерная поддержка производства» и «Эволюционное развитие промышленных технологий и инноваций». Полученные в процессе изучения дисциплины «Технологии прототипирования» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин «Математическое моделирование объектов техники» и «Проектирование технологических процессов с использованием вспомогательного и периферийного оборудования», 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)	5/ 180
Контактная работа с преподавателем:	64
занятия лекционного типа	32
занятия семинарского типа, в т.ч.	32
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	32 (32)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	-
курсовое проектирование (КР или КП)	КР
КСР	27
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	89
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	Кр, РГР
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1.	Введение. Основные определения и понятия. Классификация технологий прототипирования. Требования к моделям.	4	2	-	6	ОПК-13	ОПК-13.2 ПК-1.2
2.	Моделирование методом послойного наплавления (FDM печать)	4	12	-	35	ПК-1, ПК-2	ПК-1.3 ПК-2.2
3.	Системы прототипирования, обеспечивающие высокое качество и функциональность изделий	10	6	-	14	ПК-2	ПК-2.2
4.	Технологии трехмерного сканирования	6	8	-	26	ПК-2	ПК-2.1
5.	Быстрое прототипирование и изготовление изделий и оснастки.	8	4	-	10	ОПК-13	ОПК-13.3

4.2. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p>Введение. Основные определения и понятия. Классификация технологий прототипирования. Требования к моделям.</p> <p>Введение в САПР. Прогрессивные методы проектирования. Аддитивные технологии. Цели и задачи систем прототипирования. Промышленные методы прототипирования. Области применения. Общие требования к подготовке моделей. Достоинства и недостатки методов.</p>	4	ЛВ
2	<p>Моделирование методом послойного наплавления (FDM печать).</p> <p>FDM печать. Ключевые особенности. Расходные материалы для моделирования методом послойного наплавления (FDM/FFF). Основные технологические параметры. Особенности применяемого оборудования. Постобработка прототипов.</p>	4	ЛВ
3	<p>Системы прототипирования, обеспечивающие высокое качество и функциональность изделий.</p> <p>Избирательное лазерное спекание, стереолитография и другие процессы. Ключевые особенности. Расходные материалы. Основные технологические параметры. Постобработка прототипов. Бионический дизайн.</p>	10	ЛВ
4	<p>Технологии трехмерного сканирования</p> <p>Назначение и разновидности процессов. Промышленное применение трехмерного сканирования. Реверс-инжиниринг. Виды 3D-сканеров.</p>	6	ЛВ
5	<p>Быстрое прототипирование и изготовление изделий и оснастки.</p> <p>Быстрое прототипирование и изготовление изделий традиционными методами. Основы обработки материалов резанием. Выбор материалов. Постобработка прототипов. Методы быстрого изготовления оснастки по физическому прототипу.</p>	8	ЛВ

4.3. Занятия семинарского типа

4.3.1. Семинары, практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
1	Введение. Основные определения и понятия. Классификация технологий прототипирования. Требования к моделям. Проектирование 3D модели пластмассового изделия в САД-системе. Приемы конвертирования трехмерной геометрии в различные форматы. Критерии оценки технологичности конструкции изделия для процессов прототипирования.	2	2	
2	Моделирование методом послойного наплавления (FDM печать) Изучение конструкции и принципа действия станков для получения прототипов изделий. Подготовка оборудования к работе. Выбор технологических параметров. Подготовка модели к печати. Анализ материалов для печати. Запуск процесса прототипирования. Оптимизация. Установка и смена материала. Обработка готовых моделей с целью получения заданного качества поверхности.	12	12	МК, Т
3	Системы прототипирования, обеспечивающие высокое качество и функциональность изделий Особенности конструкции и принципов действия оборудования для получения прототипов методами SLS, SLA, LOM и др. Основные параметры процессов. Критерии выбора материалов для получения прототипов. Методы оптимизации геометрии изделий по заданным критериям (Бионический дизайн).	6	6	ЗК
4	Технологии трехмерного сканирования Подготовка оборудование к работе. Калибровка сканера. Проведение сканирования. Обработка полученных сканов. Получение единой модели.	8	8	МК, Т
5	Быстрое прототипирование и изготовление изделий и оснастки Методы прототипирования изделий и оснастки по имеющейся физической модели. Литье в силиконовые формы. Получение формирующего инструмента методами быстрого прототипирования. Особенности конструкций оснастки, ограничения.	4	4	МК

4.3.2. Лабораторные работы

Лабораторные занятия РПД «Технологии прототипирования» не предусмотрены.

4.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Проектирование изделия для прототипирования с учетом особенностей процесса печати.	6	РГР №1
2	Подготовка модели и печать на FDM-принтере. Оптимизация геометрии и параметров процесса. Оценка влияния параметров процесса печати на качество получаемого прототипа	35	РГР №1
3	Обзор основных конструкций 3D-принтеров, их особенности, характеристики и производители. Характеристики используемых материалов для печати. Области применения готовых прототипов.	14	Устный опрос
4	Получение 3D модели сканированием. Оценка влияния параметров процесса сканирования и сшивки сканов на точность получаемой модели. Преобразование полученной сканированием модели в CAD-файл.	26	РГР №2
5	Обзор основных методов для быстрого прототипирования изделий и изготовления оснастки. Гальванопластика. Методы и возможности технологии.	10	Устный опрос

4.5 Темы РГР и индивидуального задания

РГР №1 – Проектирование полимерного изделия и получение прототипа FDM-методом.

РГР №2 – 3D-сканирование физических объектов

4.6. Курсовое проектирование

Курсовой проект представляет собой задачу по получению изделия технического назначения методами трехмерного сканирования с последующей печатью прототипа и конструированием оснастки для его тиражирования.

Курсовой проект включает в себя графическую часть объемом 2 листа формата А1, следующего содержания: чертеж изделия, чертеж оснастки.

Пояснительная записка к курсовому проекту должна содержать: описание конструкции, назначения и требований к изделию; описание последовательности и параметров процесса сканирования изделия; обоснование выбора метода и материала для изготовления прототипа с указанием основных технологических параметров, а также необходимые схемы, рисунки, таблицы.

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: <https://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме защиты курсового проекта и экзамена.

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и комплексная задача (для проверки умений и навыков).

При сдаче экзамена, студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 35 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

Вариант № 1

1. SLA технология. Ключевые особенности, достоинства и недостатки
2. Постобработка распечатанных моделей

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 – оценка «удовлетворительно».

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины

а) печатные издания:

1. Алямовский, А.А. SolidWorks Simulation. Как решать практические задачи / А. А. Алямовский. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2012. - 442 с. - ISBN 978-5-9775-0763-9.
2. Казмер, Д.О. Разработка и конструирование литьевых форм / Д.О. Казмер – Санкт-Петербург: Профессия, 2011. – 464с.- ISBN 978-5-91884-016-0.
3. Берлинер, Э.М. САПР в машиностроении : учебник для вузов / Э. М. Берлинер, О. В. Таратынов. - Москва: Форум, 2010. - 447 с. - ISBN 978-5-91134-146-6.
4. Дударева, Н. Ю. SolidWorks 2011 на примерах / Н. Ю. Дударева, С. А. Загайко. - Санкт-Петербург. : БХВ-Петербург, 2012. - 496 с. - ISBN 978-5-9775-0690-8.
5. Мэллой, Р.А. Конструирование пластмассовых изделий для литья под давлением / Р.А. Мэллой – Санкт-Петербург: Профессия, 2008. - 506с. - ISBN 978-5-93913-081-3.
6. Менгес, Г. Как делать литьевые формы / Менгес Г., Микаэли В., Могрен П. – Санкт-Петербург.: «Профессия», 2007. – 639 с. - 978-5-93913-124-7.
7. Уланов, В.Н. Основы моделирования трехмерных объектов в среде КОМПАС-3D [Текст] : методические указания к лабораторной работе / В. Н. Уланов, П. И. Комаров ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра систем автоматизированного проектирования и управления. - Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2007. - 27 с.

8. Скворцов, А.В. Основы технологии автоматизированных машиностроительных производств / А. В. Скворцов, А. Г. Схиртладзе. - Москва. : Высш. шк., 2010. - 589 с. - ISBN 978-5-06-005905-2.

9. Стебловский, Г. А. Основы 3D-сканирования: учебное пособие / Г.А. Стебловский, А.М. Хренов, М.Е. Фомин ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра оборудования и робототехники переработки пластмасс – Санкт-Петербург: СПбГТИ (ТУ), 2021. - 45 с.

б) электронные учебные издания:

Ехлаков, Ю.П. Управление программными проектами. Стандарты, модели : учебное пособие / Ю. П. Ехлаков. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2020. - 244 с. - ISBN 978-5-8114-5335-1 // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 17 февраля 2021). - Режим доступа: по подписке.

1. Шкуро, А. Е. Технологии и материалы 3D-печати : учебное пособие / А. Е. Шкуро, П. С. Кривоногов. — Екатеринбург : УГЛТУ, 2017. — 99 с. — ISBN 978-5-94984-616-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/142568> (дата обращения: 18 февраля 2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины

1. Учебный план, РПД и учебно-методические материалы:

<http://media.technolog.edu.ru>

2. Электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;
«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Все виды занятий по дисциплине «Основы прототипирования» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

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

При проведении курса «Технологии прототипирования» целесообразно применять следующее программное обеспечение: Autodesk Inventor, Repetier-Host, Cura, RangeVision ScanCenter, Microsoft Office и др.

10.3. Базы данных и информационные справочные системы

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

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

Для проведения занятий по дисциплине «Технологии прототипирования» лаборатория кафедры оснащена мультимедийным классом на 15 персональных компьютеров, 3D-принтером Leapfrog, 3D-сканером RangeVision Smart.

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.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Основы прототипирования»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ОПК-13	Способен разрабатывать и применять современные цифровые программы проектирования технологических машин и оборудования, алгоритмы моделирования их работы и испытания их работоспособности.	промежуточный
ПК-1	Способен анализировать научно-техническую информацию, систематизировать технические данные и показатели, планировать экспериментальные исследования, обрабатывать и анализировать полученные результаты, выполнять работы по оптимизации и модернизации производственных процессов	промежуточный
ПК-2	Способен использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программ и баз данных для расчета технологических параметров оборудования и мониторинга природных сред	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)
ОПК-13.2 – методология подготовки САД-моделей для получения прототипов различными методами.	Знать: требования к моделям, подготавливаемым к прототипированию тем или иным способом (ЗН-1).	Правильные ответы на вопросы № 1, 2, 3 к экзамену	Перечисляет принципы проектирования моделей-прототипов с ошибками	Перечисляет требования к моделям-прототипам без ошибок, но путается в последовательности проектирования	Перечисляет требования к моделям-прототипам, хорошо ориентируется в последовательности проектирования. Может применить эти знания для решения инженерных задач
	Уметь: применять САД-системы для проектирования модели прототипа с учетом функциональных и технологических требований (У-1)	Правильные ответы на вопросы №1, 2 к экзамену	Владеет базовыми навыками работы в САПР, проектирования ведет с логическими ошибками	Владеет навыками работы в САПР, ориентируется в последовательности проектирования. Может применить эти знания для решения простых инженерных задач.	Владеет навыками уверенной работы в САПР, хорошо ориентируется в последовательности проектирования. Способен решать инженерные задачи различными способами.
	Владеть: методами конвертирования САД-моделей для передачи в программные комплексы для прототипирования (Н-1)	Правильные ответы на вопросы № 2, 14 к экзамену	Может выполнить конвертирование в предложенный формат.	Выполняет конвертирование в подходящий формат, применяет методы проверки целостности импортированной геометрии, имеет представления о структуре файла конвертера,	Выполняет конвертирование в подходящий формат, знает структуру файла конвертера, применяет методы проверки целостности импортированной геометрии, знает

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
					достоинства и недостатки различных конвертеров
ОПК-13.3 – применение современных средств САПР для создания прототипов изделий и оснастки, а также сопроводительной конструкторской и технической документации.	Знать: Особенности подготовки моделей для получения физических прототипов различными методами трехмерной печати.(ЗН-2)	Правильные ответы на вопросы № 3, 4 к экзамену	Может подготовить трехмерную модель для печати. Как учитываются требования различных процессов знает слабо.	Способен в зависимости от используемой технологии печати подготовить трехмерную модель, поверхностно представляет какие ограничения накладываются на геометрию конкретным процессом, имеет общие представления, о том, как учесть эксплуатационные требования при конструировании, но путается в методике оценки.	Способен в зависимости от используемой технологии печати подготовить трехмерную модель, знает ограничения, накладываемые на геометрию конкретным процессом, способен проектировать модели с учетом эксплуатационных требований к изделию
	Уметь: применять современные средства САПР для создания моделей прототипов изделий и оснастки, а также сопроводительной конструкторской и	Правильные ответы на вопросы № 1, 11, 12 к экзамену	Может проектировать и конструкции моделей с учетом требований. Не способен оптимизировать модели с учетом эксплуатационных, механических и требований бионического дизайна	Способен проектировать и анализировать конструкции моделей с учетом требований эксплуатационных, механических и требований бионического дизайна. Путается в методике оптимизации геометрии. Имеет	Способен проектировать и анализировать конструкции моделей с учетом требований эксплуатационных, механических и требований бионического дизайна. Правильно выбирает критерии оптимизации

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	технической документации. (У-2)			представление о приемах подготовки со	геометрии. Разрабатывает сопроводительную документацию.
	Владеть: навыками подготовки моделей для получения прототипов различными методами в специализированных программах. (Н-2)	Правильные ответы на вопросы № 5 -10, 13 к экзамену	Способен выполнить подготовку модели к печати в специализированном программах, путается в алгоритме работы, не знает основных параметров.	Выполняет подготовку модели к печати в специализированном программах с учетом требований процесса, но путается в настройках, не уверен в алгоритме работы.	Выполняет подготовку модели к печати в специализированном программах с учетом требований процесса, демонстрирует высокий уровень освоения программного комплекса.
ПК-1.2 – разработка САД-моделей для прототипирования с учетом особенностей анализируемого технологи-ческого производства	Знать: методологию получения прототипов с требуемыми точностью и качеством поверхности; (ЗН-3)	Правильные ответы на вопросы № 16, 22 к экзамену	Называет от чего зависит точность и качество получаемых печатью прототипов. Не знает как настраиваются параметры процесса. Слабо представляет о процессах постобработки моделей	Понимает от чего зависит точность получаемых печатью прототипов, знает от чего зависит качество поверхности при печати; Путается при назначении параметров процесса. Допускает ошибки при описании процессов постобработки моделей	Понимает от чего зависит точность получаемых печатью прототипов, называет способы контроля и регулирования точности; знает как повысить качество поверхности при печати и методологию постобработки моделей

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	Уметь: применять специализированные программные комплексы для трехмерного сканирования (У-3)	Правильные ответы на вопросы №20, 21 к экзамену	Способен подготовить физический объект к трехмерному сканированию; настройка программного обеспечения и 3D-сканера на заданный режим работы вызывает серьезные трудности.	Способен подготовить физический объект к трехмерному сканированию; допускает ошибки, но может настроить программное обеспечение и 3D-сканер на заданный режим работы; демонстрирует хороший уровень владения программным комплексом для трехмерного сканирования.	Владеет навыками подготовки физических объектов к трехмерному сканированию; способен настроить программное обеспечение и 3D-сканер на заданный режим работы; демонстрирует высокий уровень владения программным комплексом для трехмерного сканирования.
	Владеть: навыками получения функциональной технологической оснастки по модели-прототипу (Н-3)	Правильные ответы на вопросы № 20, 24, 25 к экзамену	Демонстрирует слабые знания и умения по методам получения оснастки по готовым прототипам, путается в подходах, ошибается при выборе основных материалов.	Демонстрирует знания о том, как получают функциональную технологическую оснастку по имеющемуся прототипу различными методами, владеет методологией процессов, ошибается в параметрах процессов.	Демонстрирует умение получения функциональной технологической оснастки по имеющемуся прототипу различными методами, знает параметры и методологию процессов, как подготовить прототип для заданного способа.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-1.3 –методы получения и особенности применения физических и виртуальных моделей и прототипов при отработке и оптимизации производственных процессов	Знать: технологические особенности различных процессов получения прототипов, возможности функционального применения моделей-прототипов; (ЗН-4)	Правильные ответы на вопросы № 16, 23 к экзамену	Демонстрирует поверхностные знания об особенностях и технологических параметрах различных процессов прототипирования, называет области применения моделей-прототипов	Демонстрирует хорошие знания особенностей и технологических параметров различных процессов прототипирования, неоднозначно оценивает влияние параметров процессов на качество прототипов и возможность их использования в качестве полноценных функциональных деталей.	Демонстрирует высокие знания особенностей и технологических параметров различных процессов прототипирования, понимает как влияют параметры процессов на качество прототипов и возможность их использования в качестве полноценных функциональных деталей.
	Уметь: создавать управляющие программы для печати прототипов (У-4)	Правильные ответы на вопросы № 17 к экзамену	При создании управляющей программы для печати модели, делает много ошибок в настройках, демонстрирует слабый уровень подготовки	Способен создать управляющую программу для печати модели, делает не существенные ошибки в настройках, демонстрирует возможность передачи управляющей программы на 3D-принтер	Способен создать управляющую программу для печати модели, хорошо знает методологию и комплекс настроек, демонстрирует навыки уверенного пользователя специализированного ПО, демонстрирует возможность передачи управляющей программы на 3D-принтер

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	Владеть: методиками подбора и оптимизации технологических параметров процессов печати. (Н-4)	Правильные ответы на 16, 17 к экзамену	С трудом ориентируется в параметрах печати. Не способен провести грамотную оптимизацию процессов с целью повышения качества прототипов	Выбирает параметры печати в зависимости от задачи и используемого материала но допускает незначительные ошибки, понимает как оптимизировать параметры процессов с целью повышения качества прототипов	Способен выбирать параметры печати в зависимости от задачи и используемого материала, демонстрирует высокие знания о технологических параметрах различных процессов прототипирования, может оптимизировать параметры процессов с целью повышения качества прототипов
ПК-2.1 – Методология подготовки и программирования оборудования для создания прототипов.	Знать: особенности основных программных комплексов, использующихся для создания прототипов, и порядок обмена данными между различными системами. (ЗН-5)	Правильные ответы на вопросы № 30, 32 к экзамену	Демонстрирует слабый уровень знаний специализированного программного обеспечения, знает порядок обмена данными между системами, но не ориентируется в настраиваемых параметрах	Демонстрирует достаточный для самостоятельной работы уровень знаний специализированного программного обеспечения, может путаться в отдельных параметрах настройки, знает порядок обмена данными между системами и используемые форматы.	Демонстрирует высокий уровень знаний специализированного программного обеспечения, специфику настройки, и порядка обмена данными между системами, используемые форматы.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	Уметь: подготовить сложные модели к печати с использованием поддерживающих структур, настраивать технологическое оборудование под конкретную задачу (У-5)	Правильные ответы на вопросы № 30, 31 к экзамену	Способен включить использование поддерживающих структур, но не может задать корректные параметры поддержек, не умеет корректировать положение поддерживающих структур	Способен правильно сориентировать модель при подготовке к печати, правильно задает параметры поддержек, не умеет корректировать положение поддерживающих структур	Способен правильно сориентировать модель при подготовке к печати, правильно задает параметры поддержек, умеет корректировать положение поддерживающих структур
	Владеть: навыками проведения 3D-сканирования анализируемых объектов. (Н-5)	Правильные ответы на вопросы № 27 к экзамену	Проводит 3D-сканирование, но некорректно задает параметры процесса, делает много ошибки при обработке полученных сканов и создании единой модели.	Проводит 3D-сканирование, задает параметры процесса, делает ошибки при обработке полученных сканов и создании единой модели.	Проводит 3D-сканирование, грамотно задает параметры процесса, корректно обрабатывает полученные сканы и создает единую модель.
ПК-2.2 – Проведение поиска и анализа подходящих материалов для получения прототипов и разрабатываемых изделий с использованием баз данных	Знать: взаимосвязь технологических параметров печати с качеством получаемой модели (ЗН-6)	Правильные ответы на вопросы № 28, 29 к экзамену	Не имеет четкого представления о параметрах процессов печати и их влиянии на свойства получаемых моделей. Знания поверхностны.	Знает как влияют параметры процессов печати на физико-механические и внешневидовые свойства получаемых моделей, не всегда понимает как оптимизировать процесс, с целью получения оптимальных результатов	Знает как влияют параметры процессов печати на физико-механические и внешневидовые свойства получаемых моделей, понимает как скорректировать процесс и получить оптимальный результат

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	Уметь: использовать базы данных при выборе подходящих материалов для получения прототипов (У-6)	Правильные ответы на вопросы № 26 к экзамену	Может назвать какие материалы используются в различных технологиях печати, но не способен произвести правильный выбор с учетом всех требований	Может выбрать требуемый материал, использует доступные базы данных, не всегда правильно учитывает требования технологических процессов	Знает номенклатуру материалов используемых в 3D-печати, способен выбирать подходящий материал с учетом его свойств и требований к изделию и процессу, способен применять доступные базы данных для выбора материала
	Владеть: навыками наладки технологического оборудования на работу с заданным материалом. (Н-6)	Правильные ответы на вопросы № 26, 28, 30 к экзамену	Обладает лишь теоретическими представлениями о подготовке оборудования к работе, слабо ориентируется в стартовых настройках оборудования	Может выполнить наладку оборудования к работе, теряется при загрузке рабочих материалов; способен настроить машину на работу с конкретным материалом.	Может выполнить наладку оборудования к работе, способен загрузить рабочий материал; способен настроить машину на работу с конкретным материалом.

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации
а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-13:

1. Способы создания моделей-прототипов.
2. Требования к CAD-моделям, проектируемым для 3D-печати.
3. Основные технологии 3D-печати. Сравнительная характеристика.
4. Области применения и задачи решаемые технологиями быстрого прототипирования
5. FDM технология. Ключевые особенности, достоинства и недостатки.
6. SLS технология. Ключевые особенности, достоинства и недостатки.
7. Технология струйной печати. Особенности, достоинства и недостатки.
8. SLA технология. Ключевые особенности, достоинства и недостатки.
9. SGC технология. Ключевые особенности, достоинства и недостатки.
10. LOM технология. Ключевые особенности, достоинства и недостатки.
11. Бионический дизайн. Цели и области применения.
12. Методы оптимизации геометрии моделей изделий. Основные критерии.
13. Высокопроизводительные методы прототипирования.
14. Обмен данными между системами. Стандартные форматы.

б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-1:

15. Типовые конструкции FDM принтеров. Достоинства и недостатки.
16. Технологические параметры, определяющие качество печати.
17. Последовательность подготовки модели к печати.
18. Поддерживающие структуры. Методы проектирования. Используемые материалы.
19. Гальванопластика. Основы технологии. Области применения.
20. 3D-сканирование. Основные задачи. Области применения.
21. Типы 3D-сканеров. Ключевые особенности.
22. Постобработка распечатанных моделей.
23. Особенности печати сложных моделей. Печать готовых сборок.
24. Литье в силиконовые формы. Особенности процесса. Области применения.
25. Методы быстрого изготовления производственной оснастки.

в) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-2:

26. Какие характеристики являются основными при выборе полимерного материала для печати FDM?
27. Последовательность получения моделей 3D сканированием.
28. Типовые конструкции FDM принтеров. Достоинства и недостатки.
29. Технологические параметры, определяющие качество печати.
30. Последовательность подготовки модели к печати.
31. Поддерживающие структуры. Методы проектирования. Используемые материалы.
32. Обмен данными между системами. Стандартные форматы.

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

4. Темы курсовых проектов (примеры):

- Изготовление методом 3D-печати шестерни для ремонта редуктора;
- Изготовление учебной анатомической модели черепа человека;
- 3D-сканирование и изготовление изделия «Крыльчатка»;
- Реверс-инжиниринг узла подвески транспортного средства;
- Прототипирование рычага захватного устройства промышленного робота.

5. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

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

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме защиты курсового проекта (курсовой работы) и экзамена.

Шкала оценивания на экзамене балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).