

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_ Н.В.Лобов

« 04 » декабря 20 19 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Процессы и технологии быстрого прототипирования и изготовления изделий  
(наименование)

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

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

**Общая трудоёмкость:** 144 (4)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 27.04.04 Управление в технических системах  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Инновационное развитие предприятий оборонно-промышленного комплекса  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области применения технологий быстрого прототипирования для обеспечения эффективности процессов проектирования и изготовления изделий машиностроения.

Задачи учебной дисциплины:

- изучение процессов и технологий быстрого прототипирования, их основных возможностей и областей применения, способов подготовки моделей для их реализации.
- формирование умения проектировать изделия машиностроения и разрабатывать конструкции с учетом применения технологий быстрого прототипирования для их изготовления;
- формирование умения использования технологии быстрого прототипирования на производственной стадии жизненного цикла изделия;
- формирование навыков разработки технологических процессов изготовления деталей и изделий с использованием методов быстрого прототипирования.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- Технологии быстрого прототипирования изделий,
- Моделирование трехмерных моделей деталей для производства по технологии быстрого прототипирования,
- Области применения методов быстрого прототипирования для изготовления деталей.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-3.2	ИД-1ПК-3.2	- технологии быстрого прототипирования, их особенности; - основные возможности и ограничения применимости процессов быстрого прототипирования. - методы моделирования изделий для быстрого прототипирования;	Знает содержание основных этапов технологических процессов изготовления аппаратных средств.	Дискуссия

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-3.2	ИД-1ПК-3.3	<p>- использовать приемы построения твердотельной, листовой и поверхностной геометрии на основе параметров и в контексте существующей геометрии изделия в программном комплексе Siemens NX при проектировании изделий машиностроения;</p> <p>- разрабатывать и подготавливать трехмерные модели деталей для производства по технологии быстрого прототипирования;</p> <p>- использовать технологии быстрого прототипирования для производства деталей и изделий;</p>	<p>Умеет разрабатывать технологии изготовления аппаратных средств с применением автоматизированных систем технологической подготовки производства.</p>	Дискуссия
ПК-3.2	ИД-3ПК-3.2	<p>- навыками реализации методов проектирования при разработке концепции изделий и их параметрической детализации путем трехмерного моделирования в программном комплексе Siemens NX;</p> <p>- навыками практического использования технологий быстрого прототипирования на производственной стадии жизненного цикла изделий.</p>	<p>Владеет навыками разработки и внедрения на предприятиях технологий изготовления аппаратных средств, используя при этом автоматизированные системы технологической подготовки производства</p>	Дискуссия

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	2
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	36	36	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	90	90	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)	18	18	
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	
2-й семестр				
Развитие технологии производства приращением	3	0	7	30
Тема 1 Технологии быстрого прототипирования Преимущества использования компьютерных технологий при проектировании изделий. Технология конструирования с помощью компьютера. Смежные технологии: лазерная обработка, струйная технология печати. Тема 2 Составные части быстрого прототипирования Материалы, обработка с компьютерным цифровым управлением, использование слоев. Классификация процессов быстрого прототипирования.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Обобщенная последовательность процесса быстрого прототипирования	3	0	9	16
Тема 3 Обобщенная последовательность процесса быстрого прототипирования Разработка концепции и конструкторской модели. Конвертация в формат *.stl. Передача файла STL на установку быстрого прототипирования и манипулирование им. Настройка установки. Построение. Извлечение и очистка. Финишная обработка. Использование.				
Тема 4 Особенности быстрого прототипирования Работа с фотополимерными, порошковыми системами, с системами на основе расплавленного материала, с твердыми листами. Проблемы обработки материалов.				
Технологии быстрого прототипирования	4	0	14	25
Тема 5 Фотополимеризация. История и развитие фотополимеров. Конфигурации процессов фотополимеризации: векторное сканирование, проецирование трафарета, двухфотонные подходы. Описание применяемых материалов и процессов. Тема 6 Экструзия. Осаждение. Описание составных частей процесса: загрузка материала, сжижение, экструзия, затвердевание, контроль позиции. Описание различных систем и установок, использующих методы экструзии для быстрого прототипирования. Тема 7 Ламинирование. Спекание порошковой подложки. Описание процесса ламинирования листовых материалов. Описание процесса избирательного лазерного спекания. Классификация процессов спекания. особенности работы с порошком для спекания. Тема 8 Процессы печати Развитие печати как процесса аддитивного производства. Описание про-цесса, его преимущества и недостатки. Вид капель. Технология трехмерной печати. Тема 9 Рекомендации по выбору технологии быстрого прототипирования Методы отбора. Подходы к определению целесообразности. Управление и планирование производством.				
Производство деталей по технологии быстрого прототипирования	6	0	6	19
Тема 10 Производство деталей Характеристики оборудования, применяемые для изготовления деталей и изделий по технологии быстрого прототипирования. Процессы быстрой				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
инструментовки: схема и описание прямого и инверсного производства. Тема 11 Реверс инжиниринг Описание. Фазы инженерного анализа: оцифровка детали и трехмерное моделирование детали на основе данных оцифровки. Сферы применения.				
ИТОГО по 2-му семестру	16	0	36	90
ИТОГО по дисциплине	16	0	36	90

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Изготовление детали с применением технологии экструзии и использования шаблонов
2	Оценка качества деталей, изготовленных с применением различных технологий быстрого прототипирования.
3	Проведение анализа конструкции изделий на предмет возможности изготовления методами быстрого прототипирования
4	Построение последовательности изготовления типовых деталей по технологии быстрого прототипирования
5	Подготовка трехмерных моделей деталей в формате *.stl для быстрого прототипирования
6	Доработка трехмерной модели и проектирование технологии изготовления детали методом фотополимеризации
7	Доработка трехмерной модели и проектирование технологии изготовления детали методом экструзии
8	Доработка трехмерной модели и проектирование технологии изготовления детали методом ламинирования
9	Доработка трехмерной модели и проектирование технологии изготовления детали методом печати
10	Расчет усадки изделия изготовленного методом быстрого прототипирования
11	Разработка технологии изготовления детали на основе процесса быстрого прототипирования

### Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Проектирование технологии изготовления детали рычаг методом Bed Deposition
2	Проектирование технологии изготовления детали рычаг методом Direct Deposition
3	Проектирование технологии изготовления детали экстрактор методом Bed Deposition
4	Проектирование технологии изготовления детали экстрактор методом Direct Deposition

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
5	Проектирование технологии изготовления детали корпус методом Bed Deposition
6	Проектирование технологии изготовления детали корпус методом Direct Deposition

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Берлинер Э. М. САПР в машиностроении : учебник для вузов / Э. М. Берлинер, О. В. Таратынов. - Москва: ИНФРА-М, 2010.	11
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		

1	Аддитивные технологии в машиностроении/ М.А. Зленко, А.А. Попович, И.Н. Мутылина. - Санкт-Петербург: СПбГУ, 2013. - 221 с.	11
2	Технологические процессы в машиностроении : учебник для бакалавров / С. Г. Ярушин .— Москва : Юрайт, 2011 .— 564 с.	11
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	САПР и графика / Компьютер Пресс .— Москва : Компьютер Пресс, 1996 - . — В вузах: ПНИПУ 2009-2013 .— Издаётся с 1996 г. — Ежемесячное.	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Черепяхин А. А. Технологические процессы в машиностроении / Черепяхин А. А., Кузнецов В. А. - Санкт-Петербург: Лань, 2017.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/lan93783">http://elib.pstu.ru/Record/lan93783</a>	локальная сеть; свободный доступ

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	NX Academic Perpetual License Core +CAD +CAE +CAM (договор №P/43469-02-ПНИПУ от 03.12.2015)

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Курсовая работа	Оптическая измерительная система ATOS III XL	1
Лекция	Электронный проектор "NEC M300X"	1
Практическое занятие	3D Принтер 3D Systems "Zprinter 650"	1
Практическое занятие	ПК Intel Pentium Dual CPU 2000 МГц (с модификациями)	26

### **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе
------------------------------