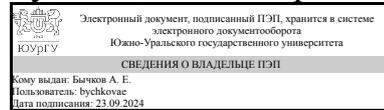


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



А. Е. Бычков

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.02 Прототипирование и 3D моделирование  
для направления 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

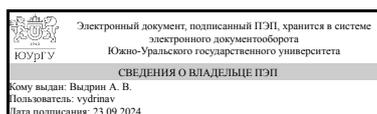
уровень Бакалавриат

форма обучения очная

кафедра-разработчик Процессы и машины обработки металлов давлением

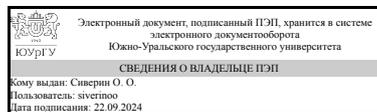
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утверждённым приказом Минобрнауки от 09.08.2021 № 730

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., проф.



А. В. Выдрин

Разработчик программы,  
старший преподаватель



О. О. Сиверин

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель освоения дисциплины "Прототипирование и 3D моделирование" – формирование у студентов комплекса знаний, умений и навыков: • создания 3D моделей и прототипов промышленных изделий и механизмов; • технологии обратного инжиниринга при проектировании изделий для обслуживания процессов в промышленности; • использования на производстве и в конструкторской деятельности технологии послойного наплавления; • использования на производстве и в конструкторской деятельности технологии лазерной стереолитографии; • возможностей контактного и бесконтактного перевода в цифровой и векторный виды реальных промышленных изделий, в том числе для дальнейшей модернизации и последующей обработки методами механической обработки и аддитивных технологий. Задачи освоения дисциплины: • овладение на практике методами построения прототипов изделий различной сложности с использованием технологии моделирования методом послойного наплавления (FDM) и технологии лазерной стереолитографии; • изучение способов создания цифровых и векторных копий изделий, рабочего инструмента и быстроизнашивающихся деталей без использования конструкторской документации; • совершенствование навыков работы с современными САД системами для разработки 3D моделей, предназначенных для реализации технологических процессов послойного наращивания.

## Краткое содержание дисциплины

В процессе изучения дисциплины рассматриваются вопросы использования САД и САЕ систем в инженерной деятельности, основные принципы и последовательность процесса прототипирования изделий различной сложности, особенности технологии моделирования методом послойного наплавления и её использование для создания прототипов изделий, особенности технологии лазерной стереолитографии и её использование для создания прототипов изделий, возможности создания и модернизации промышленных изделий с копированием образца и принципы контактного и бесконтактного сканирования изделий для создания их цифровых и физических копий.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен разработать текстовую и графическую части рабочей документации автоматизированной системы управления технологическими процессами.	Знает: Устройство и принципы работы основного оборудования для технологий 3D моделирования и прототипирования, ключевые параметры технологических режимов. Умеет: Пользоваться специализированными программными продуктами для разработки и контроля параметров создания 3D моделей. Имеет практический опыт: Подготовки исходных данных для специализированного ПО, формирования управляющих программ для оборудования 3D печати, контроля параметров качества полученных изделий.

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	1.О.35 Полупроводниковая техника в робототехнических комплексах, Производственная практика (технологическая) (6 семестр)

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 54,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		5
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	32	32
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	53,75	53,75
Написание реферата	10	10
Создание прототипа изделия и подготовка конструкторской документации в соответствии с семестровым заданием	35	35
Подготовка к контрольно-рейтинговым мероприятиям	8,75	8,75
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Трёхмерное моделирование и прототипирование изделий машиностроения	12	12	0	0
2	Технология моделирования методом послойного наплавления	6	2	0	4
3	Технология лазерной стереолитографии	6	2	0	4
4	Способы оцифровки реальных объектов	8	0	0	8

5	Методика прототипирования изделий	16	0	0	16
---	-----------------------------------	----	---	---	----

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Прототипирование промышленных изделий	2
2	1	Создание прототипа изделия на основе существующей твердотельной модели	2
3	1	Формирование твердотельной модели для изделий сложной формы	2
4	1	Сборка сложных изделий на основе компьютерных моделей деталей. Создание прототипа изделия, изготавливаемого с использованием операций сварки и сборки	2
5	1	Подготовка конструкторской документации на изделия с учётом требований ЕСКД. Использование конструкторской документации при создании моделей	2
6	1	Компьютерное моделирование рабочего инструмента и быстроизнашиваемых деталей технологических машин	2
7	2	Использование технологии моделирования методом послойного наплавления (FDM) для создания прототипов промышленных изделий. Ограничения и особенности технологии моделирования методом послойного наплавления. Подготовка твердотельных моделей к изготовлению технологией моделирования методом наплавления	2
8	3	Использование технологии лазерной стереолитографии (SLA) для создания прототипов промышленных изделий. Ограничения и особенности технологии лазерной стереолитографии. Подготовка твердотельных моделей к изготовлению технологией лазерной стереолитографии	2

### 5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

### 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	Конструкция, эксплуатация и обслуживание оборудования для изготовления изделий технологией моделирования методом послойного наплавления	2
2	2	Создание прототипа изделия при помощи технологии моделирования методом послойного наплавления	2
3	3	Эксплуатация и обслуживание оборудования для изготовления изделий технологией лазерной стереолитографии	2
4	3	Создание прототипа изделия при помощи технологии лазерной стереолитографии	2
5	4	Разработка компьютерной модели изделия по твердотельной модели	2
6	4	Контроль качества изготовления конечных изделий с применением координатно-измерительной машины	2
7	4	Настройка, калибровка и проверка на точность установки бесконтактной оцифровки	2
8	4	Создание цифровой копии изделия с использованием бесконтактного 3D сканера с последующей оптимизацией	2
9	5	Прототипирование роторного узла	4



							ется в ПА
1	5	Текущий контроль	Практическое занятие 1. Прототипирование изделия по эскизу	0,2	10	<p>В рамках практической работы студентам выдаётся практическое задание по вариантам. Необходимо сделать трёхмерную модель изделия по эскизу, разработать проекторскую документацию на изделие.</p> <p>Трёхмерная модель изделия выполнена в соответствии с эскизом: 10 баллов.</p> <p>Штрафные баллы: нарушена геометрия (-5), не выдержаны размеры (-2 за элемент), не выбраны характеристики материала изделия (-2).</p> <p>Конструкторская документация на проект создана: 10 баллов. Имеются отклонения от стандартов ЕСКД при оформлении (-0,5 за элемент), несоответствие модели и представленной документации (-0,5 за элемент).</p>	зачет
2	5	Текущий контроль	Практическое задание 2. Создание изделия или прототипа изделия методами аддитивных технологий	0,1	20	<p>Технология создания прототипа проработана: 10 баллов. Невозможно изготовление изделия методами аддитивных технологий, имеются существенные ошибки предложенной технологии (-7), не оптимально или неправильно выбрана базовая поверхность (-3), не проработаны вопросы поддержки (-2), имеются неточности в выборе материала, имеются несоответствия в подборе параметров для реализации на выбранном оборудовании (-1 за элемент).</p> <p>Изделие или прототип созданы методами аддитивных технологий: 10 баллов. Геометрия изделия или внешний вид нарушены (-5), постобработка не проведена (-3), имеются несоответствия в геометрических размерах готового изделия в сравнении с заданием (-2).</p>	зачет
3	5	Текущий контроль	Практическое задание 3. Оцифровка реальных объектов с последующим редактированием	0,2	20	<p>Необходимо выполнить сканирование и оцифровку представленной детали и внести изменения в её модель посредством редактирования.</p> <p>Изделие отсканировано: 10 баллов, изменения внесены: +10 баллов, есть неточности в результатах (-1 балл за элемент).</p>	зачет
4	5	Текущий контроль	Семестровое задание. Создание прототипа изделия	0,5	60	<p>Модель изделия создана: 20 баллов.</p> <p>Прототип изделия методами аддитивных технологий создан: 20 баллов.</p> <p>Прототип изделия</p>	зачет

						работоспособен: 20 баллов.	
5	5	Бонус	Написание реферата	-	20	Тема реферата выдаётся в конце семестра с учётом успеваемости студента по курсу. Реферат оценивается с учётом требований к реферату по формуле 20*П, где П - доля выполненных требований к содержанию и оформлению реферата.	зачет
6	5	Промежуточная аттестация	Зачет	-	100	20 баллов: Представленная модель отвечает заданию. 20 баллов: Студент твердо знает учебный материал; 20 баллов: отвечает без наводящих вопросов и не допускает при ответе серьезных ошибок; 20 баллов: умеет применять полученные знания на практике; 20 баллов: показывает систематический характер знаний по дисциплине и способность к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. - 5 баллов: Представленная модель нельзя использовать в качестве исходных данных для изготовления методами FDM или SLT. - 5 баллов: Студент не имеет или имеет отдельные представления об изученном материале; - 5 баллов: не может полно и правильно ответить на поставленные вопросы, - 5 баллов: при ответах допускает грубые ошибки.	зачет

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	К зачету допускаются студенты, выполнившие семестровое задание по курсу. Студенты, которые набрали 75 баллов и более в течение семестра, считаются освоившими курс без дополнительных испытаний. Студенты, которые набрали менее 75 баллов, получают зачётное задание. Зачёт проводится в виде решения задания. Каждому студенту выдаётся модель изделия и задание. Необходимо спроектировать твердотельную модель изделия и ответить на ряд вопросов по его моделированию и изготовлению методами аддитивных технологий.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ					
		1	2	3	4	5	6
ПК-1	Знает: Устройство и принципы работы основного оборудования для	+	+	+	+	+	+

	технологий 3D моделирования и прототипирования, ключевые параметры технологических режимов.								
ПК-1	Умеет: Пользоваться специализированными программными продуктами для разработки и контроля параметров создания 3D моделей.	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-1	Имеет практический опыт: Подготовки исходных данных для специализированного ПО, формирования управляющих программ для оборудования 3D печати, контроля параметров качества полученных изделий.	+	+	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Инженерная 3D-компьютерная графика [Текст] учебник и практикум для вузов по инж.-техн. специальностям А. Л. Хейфец и др.; под ред. А. Л. Хейфеца ; Юж.-Урал. гос. ун-т ; ЮУрГУ. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Юрайт, 2015. - 602 с. ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Теверовский Л. В. КОМПАС-3D в электротехнике и электронике / Л. В. Теверовский. - М. : ДМК ПРЕСС, 2009. - 165, [3] с.

#### в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. САПР и графика ,ежемес. журн. ,ООО "КомпьютерПресс"
2. Сборка в машиностроении, приборостроении ,науч.-техн. и произв. журн. ,Изд-во "Машиностроение"
3. Computer Design ,науч.-техн. журн. Littleton, MA ,Penn Well ,1993-
4. Computer Aided Design ,науч.-техн. журн. Guildford ,IPC science and technology press ,1989-
5. Машиностроитель ,ежемес. науч.-техн. журн. ,ООО "Науч.-технич. предприятие "Витраж-Центр"; М. ,1936-
6. Вестник Московского государственного технического университета. Серия: Машиностроение ,Науч.-теорет. и прикл. журн. широкого профиля ,Моск. гос. техн. ун-т им. Н. Э. Баумана; М. ,Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана ,1991-
7. Машиностроение и инженерное образование ,науч.-техн. журн.: 0+ ,Ин-т машиноведения им. А. А. Благонравова Рос. акад. наук, Моск. гос. индустр. ун-т; М. ,2008-
8. Реферативный журнал. Машиностроительные материалы, конструкции и расчет деталей машин. Гидропривод. 48. ,отд. вып. ,Рос. акад. наук, Всерос. ин-т науч. и техн. информ. (ВИНИТИ); М. ,ВИНИТИ ,1964-

#### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. 1) Прототипирование и оцифровка деталей машин: методические указания к освоению дисциплины [Электронный документ] / О.О.Сиверин. – Челябинск, 2018. – 12 с. Режим доступа: электронная библиотека кафедры ПиМОМД.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Рэдвуд, Б. 3D-печать. Практическое руководство : руководство / Б. Рэдвуд, Ф. Шофер, Б. Гаррэт ; перевод с английского М. А. Райтмана. — Москва : ДМК Пресс, 2020. — 220 с. — ISBN 978-5-97060-738-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/140567">https://e.lanbook.com/book/140567</a> (дата обращения: 24.07.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Кулик, В. И. Аддитивные технологии в производстве изделий авиационной и ракетно-космической техники : учебное пособие / В. И. Кулик, А. С. Нилов. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2018. — 160 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/122070">https://e.lanbook.com/book/122070</a> (дата обращения: 29.07.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Грибовский, А. А. Геометрическое моделирование в аддитивном производстве : учебное пособие / А. А. Грибовский. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2015. — 49 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/91559">https://e.lanbook.com/book/91559</a> (дата обращения: 29.07.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Современные технологии 3D-сканирования : учебное пособие / А. Н. Новиков, А. В. Фирсов, Г. И. Борзунов, А. А. Щенников. — Москва : РГУ им. А.Н. Косыгина, 2015. — 87 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/128675">https://e.lanbook.com/book/128675</a> (дата обращения: 29.07.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Варфел, Т. Прототипирование. Практическое руководство : руководство / Т. Варфел ; перевод с английского И. Лейко. — Москва : Манн, Иванов и Фербер, 2013. — 240 с. — ISBN 978-5-91657-725-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/62359">https://e.lanbook.com/book/62359</a> (дата обращения: 29.07.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Компьютерная графика в САПР : учебное пособие / А. В. Приемышев, В. Н. Крутов, В. А. Трейль, О. А. Коршакова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 196 с. — ISBN 978-5-8114-5527-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/142368">https://e.lanbook.com/book/142368</a> (дата обращения: 29.07.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. Dassault Systèmes-SolidWorks Education Edition 500 CAMPUS(бессрочно)
3. ASCON-Компас 3D(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -Информационные ресурсы ФГУ ФИПС(бессрочно)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Зачет	340 (Л.к.)	Персональные компьютеры с установленным программным обеспечением
Лабораторные занятия	120 (Л.к.)	Координатно-измерительная машина КИМ-1000
Лекции	338 (Л.к.)	Мультимедийный монитор, персональные компьютеры с установленным программным обеспечением
Лабораторные занятия	338 (Л.к.)	Мультимедийный монитор, персональные компьютеры с установленным программным обеспечением
Контроль самостоятельной работы	340 (Л.к.)	Персональные компьютеры с установленным программным обеспечением
Лабораторные занятия	340 (Л.к.)	Мультимедийный монитор, персональные компьютеры с установленным программным обеспечением, принтеры Flashforge Creator Pro, Flashforge Creator 3, Wanhao Duplicator 7 Plus, Wanhao Duplicator 8, 3D сканеры Shining 3D EinScan-SE, 3D Systems Sense Next Gen.