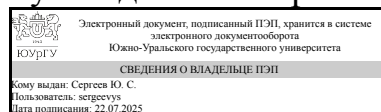


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



Ю. С. Сергеев

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.О.25 Прототипирование и 3D моделирование  
для направления 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и  
производств**

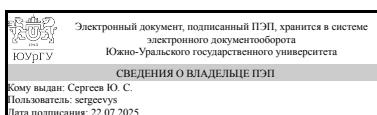
**уровень** Бакалавриат

**форма обучения** очная

**кафедра-разработчик** Электрооборудование и автоматизация производственных процессов

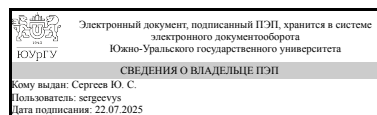
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утверждённым приказом Минобрнауки от 09.08.2021 № 730

Зав.кафедрой разработчика,  
к.техн.н., доц.



Ю. С. Сергеев

Разработчик программы,  
к.техн.н., доц., заведующий  
кафедрой



Ю. С. Сергеев

## 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 CAD системами для разработки 3D моделей, предназначенных для реализации технологических процессов послойного наращивания.

## Краткое содержание дисциплины

В процессе изучения дисциплины рассматриваются вопросы использования CAD и CAE 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-3 Способен разрабатывать технический проект для организации автоматизированного рабочего места | Знает: базовые принципы 3D моделирования с помощью современных программных пакетов; понятия об текстурах, различных форматах файлов при 3D моделировании<br>Умеет: ориентироваться в возможностях специализированных графических программ, использовать современные компьютерные технологии в проектировании и совмещать их с грамотным композиционным решением<br>Имеет практический опыт: инсталляции и настройки программ для осуществления проектной деятельности |

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин,<br>видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин,<br>видов работ |
|--|--|
| Нет  | 1.О.34 Проектная деятельность                  |

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., 38,25 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>   | 32          | 32                                 |
| Лекции (Л)   | 16          | 16                                 |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)                                 | 16          | 16                                 |
| Лабораторные работы (ЛР)   | 0           | 0                                  |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>  | 69,75       | 69,75                              |
| Создание прототипа изделия и подготовка конструкторской документации в соответствии с семестровым заданием | 35          | 35                                 |
| Подготовка к зачету  | 34,75       | 34.75                              |
| 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     | 12  | 12 | 0  | 0  |
| 2         | Технология моделирования методом послойного наплавления | 6   | 2  | 4  | 0  |
| 3         | Технология лазерной стереолитографии                    | 2   | 2  | 0  | 0  |
| 4         | Способы оцифровки реальных объектов                     | 4   | 0  | 4  | 0  |
| 5         | Методика прототипирования изделий                       | 8   | 0  | 8  | 0  |

#### 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

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара   | 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            |
| 5         | 4         | Разработка компьютерной модели изделия по твердотельной модели  | 2            |
| 7         | 4         | Настройка, калибровка и проверка на точность установки бесконтактной оцифровки  | 2            |
| 9         | 5         | Прототипирование роторного узла   | 2            |
| 10        | 5         | Прототипирование корпусной детали   | 2            |
| 12        | 5         | Прототипирование изделия по заданию   | 4            |

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

## 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС   |  |         |              |
|--|--|---------|--------------|
| Подвид СРС   | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс   | Семестр | Кол-во часов |
| Создание прототипа изделия и подготовка конструкторской документации в соответствии с семестровым заданием | Инженерная 3D-компьютерная графика [Текст] учебник и практикум для вузов по инж.-техн. специальностям А. Л. Хейфец | 5       | 35           |

|                     |   |   |       |
|---------------------|---|---|-------|
|                     | 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   |   |       |
| Подготовка к зачету | 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. | 5 | 34,75 |

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

| № КМ | Се-местр | Вид контроля     | Название контрольного мероприятия   | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов   | Учитывается в ПА |
|------|----------|------------------|---|-----|------------|---|------------------|
| 1    | 5        | Текущий контроль | Практическое занятие 1. Прототипирование изделия по эскизу                                    | 0,2 | 10         | В рамках практической работы студентам выдаётся практическое задание по вариантам. Необходимо сделать трёхмерную модель изделия по эскизу, разработать проектную конструкторскую документацию на изделие. Трёхмерная модель изделия выполнена в соответствии с эскизом: 10 баллов. Штрафные баллы: нарушена геометрия (-5), не выдержаны размеры (-2 за элемент), не выбраны характеристики материала изделия (-2). 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). | зачет            |
| 2    | 5        | Текущий контроль | Практическое задание 2. Создание изделия или прототипа изделия методами аддитивных технологий | 0,1 | 20         | 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   | зачет            |

|   |   |                          |   |     |     |  |       |
|---|---|--------------------------|---|-----|-----|--|-------|
|   |   |                          |   |     |     | параметров для реализации на выбранном оборудовании (-1 за элемент). 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).  |       |
| 3 | 5 | Текущий контроль         | Практическое задание 3. Оцифровка реальных объектов с последующим редактированием | 0,2 | 20  | Необходимо выполнить сканирование и оцифровку представленной детали и внести изменения в её модель посредством редактирования. Изделие отсканировано: 10 баллов, изменения внесены: +10 баллов, есть неточности в результатах (-1 балл за элемент).  | зачет |
| 4 | 5 | Текущий контроль         | Семестровое задание. Создание прототипа изделия                                   | 0,5 | 60  | Модель изделия создана: 20 баллов. Прототип изделия методами аддитивных технологий создан: 20 баллов. Прототип изделия работоспособен: 20 баллов.  | зачет |
| 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 $20 \cdot \Pi$ , где $\Pi$ - 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 SLA - 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 экзамену 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. Экзамен проводится в виде выполнения 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-3        | Знает: базовые принципы 3D моделирования с помощью современных программных пакетов; понятия об текстурах, различных форматах файлов при 3D моделировании  | +    | + | + | + | + | + |
| ПК-3        | Умеет: ориентироваться в возможностях специализированных графических программ, использовать современные компьютерные технологии в проектировании и совмещать их с грамотным композиционным решением | +    | + | + | + | + | + |
| ПК-3        | Имеет практический опыт: инсталляции и настройки программ для осуществления проектной деятельности  | +    | + | + | + | + | + |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

*а) основная литература:*

Не предусмотрена

*б) дополнительная литература:*

Не предусмотрена

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

Не предусмотрены

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

1. Прототипирование и оцифровка деталей машин: методические указания к освоению дисциплины [Электронный документ] / О.О.Сиверин. – Челябинск, 2018. – 12 с.

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

1. Прототипирование и оцифровка деталей машин: методические указания к освоению дисциплины [Электронный документ] / О.О.Сиверин. – Челябинск, 2018. – 12 с.

## Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы            | Наименование ресурса в электронной форме | Библиографическое описание  |
|---|---------------------------|--|---|
| 1 | Основная литература       | ЭБС 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. <a href="https://e.lanbook.com/book/140567">https://e.lanbook.com/book/140567</a>                   |
| 2 | Дополнительная литература | ЭБС 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. <a href="https://e.lanbook.com/book/122070">https://e.lanbook.com/book/122070</a> |
| 3 | Дополнительная литература | ЭБС 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. <a href="https://e.lanbook.com/book/91559">https://e.lanbook.com/book/91559</a>   |
| 4 | Основная литература       | ЭБС 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. <a href="https://e.lanbook.com/book/128675">https://e.lanbook.com/book/128675</a>  |
| 5 | Основная литература       | ЭБС 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. <a href="https://e.lanbook.com/book/62359">https://e.lanbook.com/book/62359</a>                             |
| 6 | Дополнительная литература | ЭБС издательства Лань                    | Компьютерная графика в САПР : учебное пособие / А. В. Приемышев, В. Н. Крутов, В. А. Треяль, 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. <a href="https://e.lanbook.com/book/142368">https://e.lanbook.com/book/142368</a>                     |

### Перечень используемого программного обеспечения:

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

### Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)
2. -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  |
|---------------------------------|---------|---|
| Практические занятия и семинары | 402 (2) | Системный блок (Корпус Minitower INWIN EMR009 < Black&Silver> Micro ATX 450W (24+4+6пин), Материнская плата INTEL DH77EB (OEM) LGA1155 < H77> PCI-E+DVI+DP+HDMI+GbLAN SATA RAID MicroATX 4DDR-III Процессор CPU Intel Core i5-3330 BOX 3.0 ГГц / 4core / SVGA HD Graphics 2500 / 1+6Мб / 77Вт / 5 ГТ / с LGA1155 Оперативная память Kingston HyperX < KHX1333C9D3B1K2 / 4G> DDR-III DIMM 4Gb KIT 2*2Gb< PC3-10600> CL9 Жесткий диск HDD 1 Tb SATA 6Gb / s Seagate Constellation ES < T1000NM0011> 3.5" 7200rpm 64Mb Оптический привод DVD RAM & DVD±R/RW & CDRW «Asus DRW-24F1ST» SATA (OEM)) – 13 шт.; Монитор Benq GL955 – 13 шт.; Проектор Epson EMP-82 – 1 шт.; Экран Projecta – 1 шт.; Колонки MULTIMEDIA – 1 шт.<br>Предустановленное программное обеспечение Microsoft Windows, Microsoft Office, Autodesk Inventor Professional, ANSYS Multiphysics Academic Campus Solution (Workbench), ANSYS Electronics Desktop Academic Campus Solution (RMxpert, Maxwell, Simplorer), MATLAB, Simulink, Multisim, Citrix Receiver |
| Лекции                          | 402 (2) | Системный блок (Корпус Minitower INWIN EMR009 < Black&Silver> Micro ATX 450W (24+4+6пин), Материнская плата INTEL DH77EB (OEM) LGA1155 < H77> PCI-E+DVI+DP+HDMI+GbLAN SATA RAID MicroATX 4DDR-III Процессор CPU Intel Core i5-3330 BOX 3.0 ГГц / 4core / SVGA HD Graphics 2500 / 1+6Мб / 77Вт / 5 ГТ / с LGA1155 Оперативная память Kingston HyperX < KHX1333C9D3B1K2 / 4G> DDR-III DIMM 4Gb KIT 2*2Gb< PC3-10600> CL9 Жесткий диск HDD 1 Tb SATA 6Gb / s Seagate Constellation ES < T1000NM0011> 3.5" 7200rpm 64Mb Оптический привод DVD RAM & DVD±R/RW & CDRW «Asus DRW-24F1ST» SATA (OEM)) – 13 шт.; Монитор Benq GL955 – 13 шт.; Проектор Epson EMP-82 – 1 шт.; Экран Projecta – 1 шт.; Колонки MULTIMEDIA – 1 шт.<br>Предустановленное программное обеспечение Microsoft Windows, Microsoft Office, Autodesk Inventor Professional, ANSYS Multiphysics Academic Campus Solution (Workbench), ANSYS Electronics Desktop Academic Campus Solution (RMxpert, Maxwell, Simplorer), MATLAB, Simulink, Multisim, Citrix Receiver |
| Самостоятельная работа студента | 402 (2) | Системный блок (Корпус Minitower INWIN EMR009 < Black&Silver> Micro ATX 450W (24+4+6пин), Материнская плата INTEL DH77EB (OEM) LGA1155 < H77> PCI-E+DVI+DP+HDMI+GbLAN SATA RAID MicroATX 4DDR-III Процессор CPU Intel Core i5-3330 BOX 3.0 ГГц / 4core / SVGA HD Graphics 2500 / 1+6Мб / 77Вт / 5 ГТ / с LGA1155 Оперативная память Kingston HyperX < KHX1333C9D3B1K2 / 4G> DDR-III DIMM 4Gb KIT 2*2Gb< PC3-10600> CL9 Жесткий диск HDD 1 Tb SATA 6Gb / s Seagate Constellation ES < T1000NM0011> 3.5" 7200rpm 64Mb Оптический привод DVD RAM & DVD±R/RW & CDRW «Asus DRW-24F1ST» SATA (OEM)) – 13 шт.; Монитор Benq GL955 – 13 шт.; Проектор Epson EMP-82 – 1 шт.; Экран Projecta – 1 шт.; Колонки MULTIMEDIA – 1 шт.<br>Предустановленное программное обеспечение Microsoft Windows, Microsoft Office, Autodesk Inventor Professional, ANSYS Multiphysics Academic Campus Solution (Workbench), ANSYS Electronics Desktop Academic Campus Solution (RMxpert, Maxwell, Simplorer), MATLAB, Simulink, Multisim, Citrix Receiver |