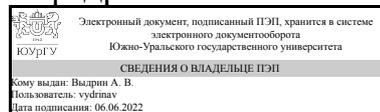


УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



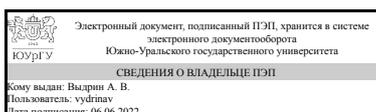
А. В. Выдрин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.Ф.П2.13 Компьютерное моделирование и прототипирование технологических машин**  
**для направления 15.03.02 Технологические машины и оборудование**  
**уровень Бакалавриат**  
**профиль подготовки Инжиниринг технологического оборудования**  
**форма обучения очная**  
**кафедра-разработчик Процессы и машины обработки металлов давлением**

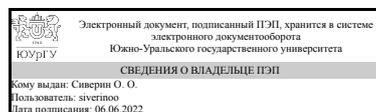
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, утверждённым приказом Минобрнауки от 09.08.2021 № 728

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



А. В. Выдрин

Разработчик программы,  
старший преподаватель



О. О. Сиверин

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цели изучения дисциплины: формирование у слушателей знаний, умений и навыков применения современных инженерных комплексов при проектировании, прототипировании и исследовании технологических машин. Задачи изучения дисциплины: практическое изучение основных принципов компьютерного моделирования узлов и деталей технологических машин, совершенствование навыков трёхмерного моделирования и прототипирования деталей, построения твердотельных моделей, анализа результатов компьютерного моделирования с учётом режимов работы технологического оборудования, овладение на практике методами построения прототипов изделий различной сложности с использованием технологии моделирования методом послойного наплавления (FDM) и технологии лазерной стереолитографии.

## Краткое содержание дисциплины

Курс включает в себя 16 часов лекционных занятий, 16 часов практических занятий и 16 часов лабораторных работ, на самостоятельную работу студента отводится 60 часов. Вид промежуточного контроля по курсу - экзамен. В рамках изучения дисциплины рассматриваются вопросы: 1. Основные понятия об использовании САД систем в инженерной деятельности. 2. Методы трехмерного моделирования технологических машин и оборудования. 3. Конструирование и прототипирование технологических машин и агрегатов.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-5 Умеет моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов	Знает: принципы компьютерного моделирования технологических машин в машиностроительном производстве в рамках инжиниринговой деятельности Умеет: моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования Имеет практический опыт: компьютерного моделирования технологических машин при выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по разработке и совершенствованию технологического оборудования металлургического и машиностроительного производств

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Математическое моделирование технологических процессов и производств

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., 55,25 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)	16	16	
Лабораторные работы (ЛР)	16	16	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	52,75	52,75	
Подготовка к зачёту	7,75	7,75	
Закрепление навыков, полученных на практических занятиях	45	45	
Консультации и промежуточная аттестация	7,25	7,25	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет,КП	

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Основные понятия об использовании САД систем в инженерной деятельности	4	4	0	0
2	Методы трехмерного моделирования технологических машин и оборудования	14	6	8	0
3	Конструирование и прототипирование технологических машин и агрегатов	30	6	8	16

##### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Основные понятия об использовании САД систем в инженерной деятельности. Отличие понятия САПР в международном и российском контексте. Обзор существующих систем проектирования для макетирования и прототипирования	1
2	1	Использование компьютерного моделирования при разработке новых	1

		изделий. Использование трёхмерного моделирования как средства для управления процессом 3Д печати различными способами	
3	1	Жизненный цикл продукта. Основные процедуры, попадающие в область задач CAD систем	2
4	2	Методы трехмерного моделирования в прототипировании	2
5	2	Создание новых и модернизация существующих машин современными инженерными средствами. Методы реверсного проектирования	2
6	2	Сборки в CAD системах. Способы проектирования сборок. Свойства сборок	2
7	3	Проектирование силовых машин	2
8	3	Проектирование транспортных машин	2
9	3	Особенности проектирования манипуляторов и позиционирующих устройств	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Моделирование изделия путём перемещения контура. Моделирование изделия путём перемещения контура. Параметризация изделия.	2
2	2	Моделирование изделия путём перемещения контура по сложной траектории. Моделирование изделия на основе нескольких контуров. Булевы операции.	2
3	2	Сборка элементов конструкции. Основные принципы сопряжений моделей.	2
4	2	Создание сложных корпусных деталей. Литые и сварные конструкции.	2
5	3	Прототипирование промышленных изделий. Создание прототипа изделия простой формы.	2
6	3	Создание прототипа изделия на основе существующей твердотельной модели	2
7	3	Определение сопряжений и взаимосвязей, обеспечивающих кинематику работы модели.	2
8	3	Использование современных методов и технологий для создания макетов, моделей и прототипов машин и механизмов.	2

## 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	3	Подготовка к работе и обслуживание устройств 3Д печати. Постобработка изделий.	4
2	3	Подготовка изделия для создания методом послойной наплавки. Формирование управляющего файла.	4
3	3	Подготовка изделия для создания методом стереолитографии. Формирование управляющего файла.	4
4	3	Создание изделия методом сборки из элементов, полученных методом лазерной резки.	4

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на	Семестр	Кол-во

	ресурс		часов
Подготовка к зачёту	Кудрявцев, Е. М. Компас-3D. Проектирование в машиностроении Текст Е. М. Кудрявцев. - М.: ДМК-Пресс, 2009. - 435 с. ил.	5	7,75
Закрепление навыков, полученных на практических занятиях	Кудрявцев, Е. М. Компас-3D. Проектирование в машиностроении Текст Е. М. Кудрявцев. - М.: ДМК-Пресс, 2009. - 435 с. ил.	5	45

## 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	Контрольно-рейтинговое мероприятие КТ-1	1	25	В рамках контрольно-рейтингового мероприятия студентам выдаётся задание по разработке моделей сборочной единицы по чертежам деталей базовой сложности. Студенты выполняют данное задание с использованием навыков, полученных ранее на практическом занятии. Необходимо сделать 3D модели представленных деталей. Готовые 3д модели должны иметь соответствующие размеры, у моделей должен быть заданы название детали, материал и проработан цвет, отличный от базового. Необходимо сделать сборку 3д модели изделия. Готовая 3д модель должна иметь соответствующие размеры, у модели должны быть заданы название изделия, материал и проработаны цвета деталей. 20 баллов: Задание выполнено полностью, студент при выполнении продемонстрировал самостоятельность. Параметры изделия выдержаны в соответствии с заданием. 15 баллов: Задание выполнено, студент при выполнении уточнял последовательность действий у преподавателя. Параметры изделия выдержаны с небольшими отклонениями от задания.	зачет

						10 баллов: Задание в общем выполнено, студенту при выполнении потребовалась помощь в корректировке действий от преподавателя. Параметры изделия не соответствуют заданию. 0 баллов: Задание не выполнено либо выполнено несамостоятельно.	
2	5	Текущий контроль	Контрольно-рейтинговое мероприятие КТ-2	1	25	<p>В рамках контрольно-рейтингового мероприятия студентам выдаётся задание по разработке модели вала по заданным чертежам деталей. Студенты выполняют данное задание с использованием навыков, полученных ранее на практическом занятии. Необходимо сделать 3D модели представленной детали. Готовая 3д модель должна иметь соответствующие размеры, у модели должно быть задано название детали, материал и проработан цвет, отличный от базового. Готовая 3д модель должна иметь соответствующие размеры, у модели должны быть заданы название изделия, материал.</p> <p>20 баллов: Задание выполнено полностью, студент при выполнении продемонстрировал самостоятельность. Параметры изделия выдержаны в соответствии с заданием.</p> <p>15 баллов: Задание выполнено, студент при выполнении уточнял последовательность действий у преподавателя. Параметры изделия выдержаны с небольшими отклонениями от задания.</p> <p>10 баллов: Задание в общем выполнено, студенту при выполнении потребовалась помощь в корректировке действий от преподавателя. Параметры изделия не соответствуют заданию.</p> <p>0 баллов: Задание не выполнено либо выполнено несамостоятельно.</p>	зачет
3	5	Текущий контроль	Контрольно-рейтинговое мероприятие КТ-3	1	25	<p>В рамках контрольно-рейтингового мероприятия студентам выдаётся задание по разработке модели червячного зацепления по заданным чертежам деталей. Студенты выполняют данное задание с использованием навыков, полученных ранее на практическом занятии. Необходимо сделать 3D модели представленных деталей. Готовые 3д модели должны иметь соответствующие размеры, у моделей должен быть заданы название детали, материал и проработан цвет, отличный</p>	зачет

					<p>от базового. Необходимо сделать сборку 3д модели изделия. Готовая 3д модель должна иметь соответствующие размеры, у модели должны быть заданы название изделия, материал и проработаны цвета деталей.</p> <p>20 баллов: Задание выполнено полностью, студент при выполнении продемонстрировал самостоятельность. Параметры изделия выдержаны в соответствии с заданием.</p> <p>15 баллов: Задание выполнено, студент при выполнении уточнял последовательность действий у преподавателя. Параметры изделия выдержаны с небольшими отклонениями от задания.</p> <p>10 баллов: Задание в общем выполнено, студенту при выполнении потребовалась помощь в корректировке действий от преподавателя. Параметры изделия не соответствуют заданию.</p> <p>0 баллов: Задание не выполнено либо выполнено несамостоятельно.</p>		
4	5	Текущий контроль	Контрольно-рейтинговое мероприятие КТ-4	1	25	<p>В рамках контрольно-рейтингового мероприятия студентам выдаётся задание по разработке модели винтовой передачи с использованием модели винта. Студенты выполняют данное задание с использованием навыков, полученных ранее на практическом занятии. Необходимо сделать 3D модели представленных деталей. Готовые 3д модели должны иметь соответствующие размеры, у моделей должен быть заданы название детали, материал и проработан цвет, отличный от базового. Необходимо сделать сборку 3д модели изделия. Готовая 3д модель должна иметь соответствующие размеры, у модели должны быть заданы название изделия, материал и проработаны цвета деталей.</p> <p>Отлично: Оценка 20 баллов: Задание выполнено полностью, студент при выполнении продемонстрировал самостоятельность. Параметры изделия выдержаны в соответствии с заданием.</p> <p>Хорошо: Оценка 15 баллов: Задание выполнено, студент при выполнении уточнял последовательность действий у преподавателя. Параметры изделия выдержаны с небольшими отклонениями от задания.</p> <p>Удовлетворительно: Оценка 10 баллов: Задание в общем выполнено, студенту</p>	зачет

						при выполнении потребовалась помощь в корректировке действий от преподавателя. Параметры изделия не соответствуют заданию. Неудовлетворительно: Оценка 0 баллов: Задание не выполнено либо выполнено несамостоятельно.	
5	5	Курсовая работа/проект	курсовой проект	-	5	<p>В конце октября студенты выбирают себе тему для выполнения итогового задания. Задание заключается в конструировании, моделировании, изготовлении и сборке прототипа сложного механизма. По желанию студенты разрабатывают систему автоматизированного управления механизмом, оснащают его необходимыми элементами управления и сбора информации.</p> <p>Результат должен включать в себя:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отчёт (введение, описание проекта, обзор аналогов, постановка технического задания и требования к системе, разработка принципиальной схемы установки, выбор оборудования, алгоритм работы системы управления, код программы, 3д моделирование прототипа изделия, описание процесса изготовления и сборки изделия, описание конструкции, инструкция по работе с установкой).</li> <li>2. 3д модель сборки прототипа и 3д модели всех деталей изделия в архиве.</li> <li>3. видео работы механизма (размер до 10 МБ).</li> <li>4. готовый работоспособный макет механизма, выполненный на основе разработанных 3д моделей.</li> </ol>	курсовые проекты
6	5	Промежуточная аттестация	Зачёт	-	40	<p>40 баллов. Выполненная работа полностью отвечает заданию. Работа выполнена в соответствии с заданием, модель технологична, компьютерную модель можно использовать для изготовления. Поставленная задача решена в полном объеме. Студент глубоко изучил учебный материал; последовательно и исчерпывающе отвечает на поставленные вопросы; приводит аргументированные примеры.</p> <p>30 баллов. Выполненная работа в целом соответствует заданию. Параметры изделия выдержаны с небольшими отклонениями от задания. Студент твердо знает учебный материал; отвечает без наводящих вопросов и не допускает при ответе серьезных ошибок; умеет применять полученные</p>	зачет

					<p>знания на практике; показывает систематический характер знаний по дисциплине и способность к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.</p> <p>20 баллов. Выполненная работа в основном отвечает заданию, но при изготовлении качество модели будет посредственным. Задание в общем выполнено, студенту при выполнении потребовалась помощь в корректировке действий от преподавателя. Параметры изделия не соответствуют заданию. Содержательная часть не полностью соответствует поставленной задаче. Поставленная задача решена частично. Студент знает лишь основной материал; на заданные вопросы отвечает недостаточно четко и полно, что требует дополнительных и уточняющих вопросов преподавателя. Оценка выставляется студентам, допустившим погрешности в ответе на большинство вопросов, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.</p> <p>0 баллов. Выполненная работа не отвечает заданию или её изготовление невозможно предложенным способом. Студент не имеет или имеет отдельные представления об изученном материале; не может полно и правильно ответить на поставленные вопросы, при ответах допускает грубые ошибки.</p>	
--	--	--	--	--	---	--

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	<p>Оценка освоения дисциплины проводится на основе рейтинга обучающегося по результатам текущего контроля (согласно №179 от 24.05.19). Для расчёта рейтинга обучающегося используется формула <math>R_d = R_{кт1} + R_{кт2} + R_{кт3} + R_{кт4} + R_z</math> где <math>R_{кт1} \dots - R_{кт4}</math> - рейтинг обучающегося по итогам прохождения соответствующих контрольных точек, <math>R_z</math> - рейтинг обучающегося по итогам выполнения зачётного задания.</p> <p>Зачтено: Рейтинг обучающегося по итогам курса больше или равен 60 % Не зачтено: Рейтинг обучающегося по итогам курса менее 60 %</p>	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения
курсовые проекты	Задание на курсовой проект выдается в пятую неделю семестра. За две недели до окончания семестра студент демонстрирует и	В соответствии с п. 2.7

	<p>сдает преподавателю готовый проект. В процессе защиты проекта проверяется: соответствие проекта заданию, работоспособность и технологичность машины. Преподаватель выставляет предварительную оценку и допускает студента к защите. В последнюю неделю семестра проводится защита проекта. На защиту студент предоставляет: 1. Графическую документацию по проекту. 3. Пояснительную записку на 25-30 страницах в отпечатанном виде, содержащую описание разработанной машины и соответствующие иллюстрации, обоснование основных конструкторских решений по разработке узлов машины, её сборке и монтажу, обоснование конструкции и проработку технологии изготовления нескольких деталей. Защита курсового проекта выполняется в комиссии, состоящей не менее, чем из двух преподавателей. На защите студент коротко (3-5 мин.) докладывает об основных проектных решениях, принятых в процессе разработки, и отвечает на вопросы членов комиссии. По итогам результатов защиты простым суммированием критериев определяется рейтинг проекта, на основе которого выставляется оценка за курсовой проект. Курсовой проект оценивается по следующим критериям: Работа полностью соответствует заданию - 5 баллов; работа в целом соответствует заданию - 4 балла; работа частично соответствует заданию - 2 балла. Разработанная и спроектированная конструкция полностью работоспособна и технологична - 5 баллов; разработанная и спроектированная конструкция в целом работоспособна и технологична - 4 балла; разработанная и спроектированная конструкция имеет ряд очевидных недостатков - 3 балла; представленная конструкция неработоспособна - 2 балла. Разработанная и спроектированная конструкция полностью обоснована - 5 баллов; разработанная и спроектированная конструкция в целом обоснована - 4 балла; разработанная и спроектированная конструкция частично обоснована - 3 балла; разработанная и спроектированная конструкция не обоснована обоснована либо обоснована некорректно - 2 балла. Пояснительная записка имеет логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями - 5 баллов; пояснительная записка имеет грамотно изложенную основу, в ней представлены достаточно подробный анализ и критический разбор практической деятельности, последовательное изложение материала с соответствующими выводами, однако с не вполне обоснованными положениями - 4 балла; пояснительная записка базируется на практическом материале, но имеет поверхностный анализ, в ней просматривается непоследовательность изложения материала, представлены необоснованные положения - 3 балла; пояснительная записка не имеет анализа, не отвечает требованиям, изложенным в методических рекомендациях кафедры, по итогам выполненной работы нет выводов либо они носят декларативный характер - 2 балла. При защите студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными исследования, вносит обоснованные предложения, легко и верно отвечает на поставленные вопросы - 5 баллов; при защите студент показывает знание вопросов проекта, вносит предложения по теме проекта, без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы - 4 балла; при ответах на вопросы</p>	<p>Положения</p>
--	--	------------------

	<p>студент проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не всегда дает исчерпывающие аргументированные ответы - 3 балла; студент не понимает сути вопроса, при ответе допускает существенные ошибки - 1 балл.</p> <p>Результаты защиты складываются в величину рейтинга за курсовой проект и переводятся в оценку по 5 балльной системе согласно следующей шкалы: - «отлично» - величина рейтинга: 22 - 25. - «хорошо» - величина рейтинга: 18 - 21. - «удовлетворительно» - величина рейтинга: 14 - 17. - «неудовлетворительно» - величина рейтинга: 0 - 13.</p>	
--	---	--

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ					
		1	2	3	4	5	6
ПК-5	Знает: принципы компьютерного моделирования технологических машин в машиностроительном производстве в рамках инжиниринговой деятельности	+	+	+	+	+	+
ПК-5	Умеет: моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования	+	+	+	+	+	+
ПК-5	Имеет практический опыт: компьютерного моделирования технологических машин при выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по разработке и совершенствованию технологического оборудования металлургического и машиностроительного производств	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Ли, К. Основы САПР: CAD/CAM/CAE К. Ли. - СПб. и др.: Питер, 2004. - 559 с.

#### б) дополнительная литература:

1. Кудрявцев, Е. М. Компас-3D. Проектирование в машиностроении Текст Е. М. Кудрявцев. - М.: ДМК-Пресс, 2009. - 435 с. ил.

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

1. САПР и графика ,ежемес. журн. ,ООО "КомпьютерПресс", М. ,1997-
2. Computer Design ,науч.-техн. журн. Littleton, MA ,Penn Well ,1993-

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

1. Системы инженерного анализа технологических машин: методические указания к освоению дисциплины / О.О.Сиверин. - Челябинск, 2018

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	Платонова, О. В. Компьютерное твердотельное параметрически - управляемое моделирование в САПР SolidWorks. Базовый курс : учебное пособие / О. В. Платонова, Р. В. Руденский, Е. С. Новиков. — Москва : РТУ МИРЭА, 2020. — 71 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/163913">https://e.lanbook.com/book/163913</a> (дата обращения: 02.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

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

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	338 (Л.к.)	Мультимедийный монитор, персональные компьютеры с установленным программным обеспечением (SolidWorks Education Edition, Dassault Systèmes, США, КОМПАС-3D, ЗАО «АСКОН», Россия).
Практические занятия и семинары	339 (Л.к.)	Мультимедийный монитор, персональные компьютеры с установленным программным обеспечением (SolidWorks Education Edition, Dassault Systèmes, США, КОМПАС-3D, ЗАО «АСКОН», Россия).
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.
Контроль самостоятельной работы	339 (Л.к.)	Персональные компьютеры с установленным программным обеспечением (SolidWorks Education Edition, Dassault Systèmes, США, КОМПАС-3D, ЗАО «АСКОН», Россия).