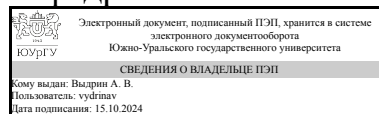


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



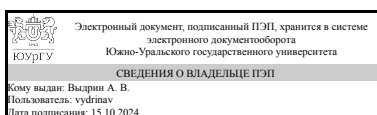
А. В. Выдрин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.Ф.П1.08 Основы реверсного инжиниринга
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**

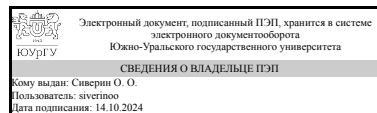
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, утверждённым приказом Минобрнауки от 09.08.2021 № 728

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



А. В. Выдрин

Разработчик программы,
старший преподаватель



О. О. Сиверин

1. Цели и задачи дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование у студентов комплекса знаний, умений и навыков: • технологии обратного инжиниринга при проектировании изделий для обслуживания процессов в металлургии и машиностроении; • возможностей контактного и бесконтактного перевода в цифровой и векторный виды реальных промышленных изделий, в том числе для дальнейшего ремонта и последующей обработки методами механической обработки и аддитивных технологий. Задачи освоения дисциплины: • овладение на практике методами реализации прототипов изделий различной сложности с использованием технологии обратного инжиниринга; • 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.

Краткое содержание дисциплины

Основы реверс-инжиниринга. Технические средства реверс-инжиниринга. Реверс-инжиниринг элементов привода машин. Реверс-инжиниринг исполняющих механизмов оборудования. Реверс-инжиниринг технологических единиц.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-4 Инжиниринговая деятельность в машиностроительном производстве	Знает: задачи реверсного инжиниринга и способы его осуществления, основные принципы и этапы проведения промышленного дизайна и обратного инжиниринга продуктов машиностроительного производства Умеет: осуществлять бесконтактное сканирование изделий машиностроения, восстановление формы отсканированного изделия, компьютерное моделирование, визуализацию и прототипирование элементов технологических машин и оборудования, подбор материала конструкции Имеет практический опыт: разработки визуальных моделей прототипов на основе исследования существующих конструкций с использованием компьютерного моделирования

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Введение в направление, Практикум по виду профессиональной деятельности (Системы автоматизированного проектирования)	Системы инженерного анализа технологических машин

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

Дисциплина	Требования
Введение в направление	Знает: задачи профессиональной деятельности выпускников по направлению подготовки "Технологические машины и оборудование", объекты профессиональной деятельности специалистов, виды профессиональной деятельности и требования к их выполнению Умеет: формулировать проблемы участков машиностроительных производств и способы их решения Имеет практический опыт: выполнения типовых инженерных задач в области инжиниринга технологического оборудования
Практикум по виду профессиональной деятельности (Системы автоматизированного проектирования)	Знает: средства автоматизированного проектирования технологического оборудования Умеет: выбирать средства автоматизированного проектирования в зависимости от поставленной задачи, ставить цель и задачи проектирования, находить наиболее эффективные способы разработки конструкторской документации на технологическое оборудование Имеет практический опыт: использования САПР при проектировании технологического оборудования

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 74,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		6
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	69,5	69,5
Написание реферата	20	20
Создание модели изделия средствами обратного инжиниринга и подготовка конструкторской документации в соответствии с семестровым заданием	40	40
Подготовка к экзамену	9,5	9,5
Консультации и промежуточная аттестация	10,5	10,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Основы реверс-инжиниринга	8	6	2	0
2	Технические средства реверс-инжиниринга	10	8	2	0
3	Реверс-инжиниринг изделий машиностроения	28	12	16	0
4	Способы оцифровки реальных объектов	18	6	12	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Необходимость в реверс-инжиниринге в рамках развития науки и техники. Обратное проектирование зданий и сооружений как пример развития технологий. Развитие методической базы обратного проектирования в рамках промышленной революции.	2
2	1	Области применения реверс-инжиниринга. Инструменты обратного проектирования.	2
3	1	Мотивы проведения реверс-инжиниринга. Демонтаж как основной инструмент. Порядок проведения работ по разборке (демонтажу) промышленных изделий в целях обратного проектирования	2
4	2	Технологии и оборудование трёхмерного сканирования.	4
5	2	Технологии и оборудование аддитивного производства с применением полимерных и металлических материалов.	4
6	3	Обратное проектирование деталей машин	4
7	3	Обратное проектирование оборудования для пластической деформации металла	4
8	3	Обратное проектирование механических передач звена манипулятора	2
9	3	Обратное проектирование корпусных деталей	2
10	4	Способы и задачи оцифровки реальных объектов	2
11	4	Технологии и оборудование для контактной оцифровки изделий	2
12	4	Технологии и оборудование для бесконтактной оцифровки изделий и промышленных объектов	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Планирование работ по реверсному инжинирингу изделия машиностроения.	2
2	2	Создание изделия или прототипа изделия методами аддитивных технологий	2
3	3	Реверс-инжиниринг шарнирных механизмов	4
4	3	Реверс-инжиниринг гидропривода	4
5	3	Прототипирование простого изделия по твердотельной модели	4
6	3	Прототипирование сложного изделия по твердотельной модели	4
9	4	Настройка, калибровка и проверка на точность установки бесконтактной оцифровки	4
10	4	Создание цифровой копии изделия с использованием бесконтактного 3D сканера с последующей оптимизацией	4

11	4	Контроль качества изготовления конечных изделий с применением координатно-измерительной машины	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
Написание реферата	Основная и дополнительная литература по курсу.	6	20
Создание модели изделия средствами обратного инжиниринга и подготовка конструкторской документации в соответствии с семестровым заданием	Основная и дополнительная литература по курсу.	6	40
Подготовка к экзамену	Основная и дополнительная литература по курсу.	6	9,5

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	6	Текущий контроль	Практическое занятие 1. Прототипирование изделия по твердотельной модели	0,2	10	В рамках практической работы студентам выдаётся практическое задание по вариантам. Необходимо сделать трёхмерную модель изделия по твердотельной модели, разработать проектно-конструкторскую документацию на изделие. Трёхмерная модель изделия выполнена в соответствии с моделью: 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	экзамен

						оформлении (-0,5 за элемент), несоответствие модели и представленной документации (-0,5 за элемент).	
2	6	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 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).	экзамен
3	6	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).	экзамен
4	6	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.	экзамен
5	6	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 Π - доля выполненных требований к содержанию и оформлению реферата.	экзамен
6	6	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	100	Экзамен проводится по заданию с учетом результатов работы студента в течение семестра. Время на подготовку ответов 45 минут. Каждый этап работы оценивается следующим образом: 5 баллов: Представленная модель	экзамен

					полностью отвечает заданию. Студент твердо знает учебный материал; отвечает последовательно без наводящих вопросов и не допускает при ответе ошибок; умеет применять полученные 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. 4 балла: Представленная модель в основном отвечает заданию. Студент знает учебный материал; отвечает структурированно с несколькими наводящими вопросами и не допускает при ответе ошибок; умеет применять полученные знания на практике; показывает целостный характер знаний по дисциплине и способность к их самостоятельному пополнению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. 3 балла: Представленная модель частично отвечает заданию. Студент слабо знает учебный материал; отвечает неуверенно с наводящими вопросами и допускает при ответе несколько ошибок; не умеет применять полученные знания на практике. 2 балла: Представленная модель не отвечает заданию или её нельзя использовать в качестве исходных данных для изготовления. Студент не имеет или имеет отдельные представления об изученном материале; не может полно и правильно ответить на поставленные вопросы, при ответах допускает грубые ошибки. При выставлении итоговой оценки за курс учитывается качественный результат работы на экзамене и оценки за контрольно-рейтинговые мероприятия в семестре в виде рейтинга обучающегося по дисциплине (Приказ №179 от 24.05.19). Рейтинг обучающегося по дисциплине: $R_d = R_{тек} + R_{па}$, где $R_{тек}$ - суммарный рейтинг за текущие контрольно-рейтинговые мероприятия по курсу, $R_{па}$ -	
--	--	--	--	--	---	--

					результат промежуточной аттестации в виде экзаменационного задания. При величине рейтинга Rd более или равно 85 баллов студенту выставляется оценка "отлично" по итогам освоения курса, при величине более или равно 75 но менее 85 баллов - оценка "хорошо", при рейтинге от более или равно 60, но менее 75 - оценка "удовлетворительно", при рейтинге менее 60 баллов - оценка "неудовлетворительно". Отлично: Сумма рейтинга за курс более или равно 85 баллов. Хорошо: Сумма рейтинга за курс более или равно 75-84 баллов. Удовлетворительно: Сумма рейтинга за курс более или равно 60-74 баллов. Неудовлетворительно: Сумма рейтинга за курс менее 60 баллов.	
--	--	--	--	--	--	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Экзамен проводится по заданию с учетом результатов работы студента в течение семестра. Время на подготовку ответов 45 минут. Каждый этап работы оценивается следующим образом: 5 баллов: Представленная модель полностью отвечает заданию. Студент твердо знает учебный материал; отвечает последовательно без наводящих вопросов и не допускает при ответе ошибок; умеет применять полученные 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. 4 балла: Представленная модель в основном отвечает заданию. Студент знает учебный материал; отвечает структурированно с несколькими наводящими вопросами и не допускает при ответе ошибок; умеет применять полученные знания на практике; показывает целостный характер знаний по дисциплине и способность к их самостоятельному пополнению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. 3 балла: Представленная модель частично отвечает заданию. Студент слабо знает учебный материал; отвечает неуверенно с наводящими вопросами и допускает при ответе несколько ошибок; не умеет применять полученные знания на практике. 2 балла: Представленная модель не отвечает заданию или её нельзя использовать в качестве исходных данных для изготовления. Студент не имеет или имеет отдельные представления об изученном материале; не может полно и правильно ответить на поставленные вопросы, при ответах допускает грубые ошибки. При выставлении итоговой оценки	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	за курс учитывается качественный результат работы на экзамене и оценки за контрольно-рейтинговые мероприятия в семестре в виде рейтинга обучающегося по дисциплине (Приказ №179 от 24.05.19). Рейтинг обучающегося по дисциплине: $R_d = R_{тек} + R_{па}$, где $R_{тек}$ - суммарный рейтинг за текущие контрольно-рейтинговые мероприятия по курсу, $R_{па}$ - результат промежуточной аттестации в виде экзаменационного задания. При величине рейтинга R_d более или равно 85 баллов студенту выставляется оценка "отлично" по итогам освоения курса, при величине более или равно 75 но менее 85 баллов - оценка "хорошо", при рейтинге от более или равно 60, но менее 75 - оценка "удовлетворительно", при рейтинге менее 60 баллов - оценка "неудовлетворительно". Отлично: Сумма рейтинга за курс более или равно 85 баллов. Хорошо: Сумма рейтинга за курс более или равно 75-84 баллов. Удовлетворительно: Сумма рейтинга за курс более или равно 60-74 баллов. Неудовлетворительно: Сумма рейтинга за курс менее 60 баллов.	
--	--	--

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ					
		1	2	3	4	5	6
ПК-4	Знает: задачи реверсного инжиниринга и способы его осуществления, основные принципы и этапы проведения промышленного дизайна и обратного инжиниринга продуктов машиностроительного производства	+	+	+	+	+	+
ПК-4	Умеет: осуществлять бесконтактное сканирование изделий машиностроения, восстановление формы отсканированного изделия, компьютерное моделирование, визуализацию и прототипирование элементов технологических машин и оборудования, подбор материала конструкции	+	+	+	+	+	+
ПК-4	Имеет практический опыт: разработки визуальных моделей прототипов на основе исследования существующих конструкций с использованием компьютерного моделирования	+	+	+	+	+	+

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. Лазерная и электроннолучевая обработка материалов Справ. - М.: Машиностроение, 1985. - 495 с. ил.
2. Моделирование и виртуальное прототипирование [Текст] учеб. пособие для вузов по специальности "Моделирование и исследование

операций в орг.-техн. системах" И. И. Косенко и др. - М.: Альфа-М и др., 2012. - 176 с. ил.

3. 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"
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: https://e.lanbook.com/book/140567 (дата обращения: 24.07.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства	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. —

		Лань	160 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/122070 (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: https://e.lanbook.com/book/91559 (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: https://e.lanbook.com/book/128675 (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: https://e.lanbook.com/book/62359 (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. 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. — URL: https://e.lanbook.com/book/142368 (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
Лекции	338 (Л.к.)	Мультимедийный монитор, персональные компьютеры с установленным программным обеспечением
Контроль самостоятельной работы	340 (Л.к.)	Персональные компьютеры с установленным программным обеспечением

Экзамен	340 (Л.к.)	Персональные компьютеры с установленным программным обеспечением
Практические занятия и семинары	338 (Л.к.)	Мультимедийный монитор, персональные компьютеры с установленным программным обеспечением, 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, Координатно-измерительная машина КИМ-1000