

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Бородулин Дмитрий Михайлович

Должность: И.о. директора технологического института

Дата подписания: 2024 12:07:46

Уникальный программный ключ:

102316c2934af2500a5f79a99218307831bffa01

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**

**(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)**

Технологический институт  
Кафедра процессов и аппаратов перерабатывающих производств

УТВЕРЖДАЮ:  
И.о. директора технологического института  
Д.М. Бородулин  
"30" 08 2024 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.В.ДВ.01.01 Реверс-инжиниринг процессов и оборудования**

для подготовки магистров

ФГОС ВО

Направление: 35.04.06 – Агроинженерия

Направленность: Автоматизированные комплексы перерабатывающих производств

Курс 1


Семестр 2

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2024

Москва, 2024

Разработчик: Торопцев В.В., к.т.н., доцент

  
«29» августа 2024 г.

Рецензент: Коноплин Н.А., к.ф.-м.н., доцент

  
«29» августа 2024 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта (специалист по эксплуатации технологического оборудования и процессов пищевой и перерабатывающей промышленности) по направлению подготовки 35.04.06 «Агроинженерия» и учебного плана


Программа обсуждена на заседании кафедры процессов и аппаратов перерабатывающих производств протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

Зав. кафедрой  
Бакин И.А., д.т.н., профессор

  
«29» августа 2024 г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической  
комиссии Технологического института  
Дунченко Н.И., д.т.н., профессор

  
Протокол № 6 от «29» августа 2024 г.

Заведующий выпускающей кафедрой  
Бакин И.А., д.т.н., профессор

  
«29» августа 2024 г.

Зав. отделом комплектования ЦНБ

  
И.И. Сурова

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ.....</b>	<b>4</b>
<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>4</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ .....</b>	<b>4</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>5</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>5</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ .....	5
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
4.3 ЛЕКЦИИ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	10
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>14</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>14</b>
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	14
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....	16
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>17</b>
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	17
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	17
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>17</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ).....</b>	<b>17</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>18</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>20</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	21
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>21</b>

**АННОТАЦИЯ**  
**рабочей программы учебной дисциплины**  
**Б1.В.ДВ.01.01 «Реверс-инжиниринг процессов и оборудования»**  
**для подготовки магистров по направлению подготовки**  
**35.04.06 Агроинженерия**  
**направленности «Автоматизированные комплексы перерабатывающих**  
**производств»**

**Цель освоения дисциплины:** формирование знаний, умений и навыков, необходимых в профессиональной деятельности выпускника в области обратного проектирования и оптимизации оборудования и технологических процессов перерабатывающих производств.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина по выбору, включенная в часть, формируемую участниками образовательных отношений, блока 1 учебного плана.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК-1.1; УК-1.4; ПКос-1.1; ПКос-5.1.

**Краткое содержание дисциплины:**

Методологические основы и задачи, структура курса и его взаимосвязь с другими дисциплинами учебного плана. Цель, содержание, задачи дисциплины. Понятие реверс-инжиниринга. Области применения реверс-инжиниринга. Основные этапы проектирования промышленных изделий. Инструменты, используемые в проектировании изделий. Необходимость в реверс-инжиниринге в рамках развития науки и техники. Обратное проектирование процессов и оборудования как пример развития технологий. Развитие методической базы обратного проектирования в рамках концепции «Индустрия 4.0». Методы проведения реверс-инжиниринга. Разборка и обследование компонентов изделия как основной метод. Порядок проведения работ по разборке промышленных изделий в процессе обратного проектирования. Технологии и оборудование трёхмерного сканирования. Технологии и оборудование аддитивного производства с применением полимерных и металлических материалов. Особенности процессов и оборудования агропромышленного комплекса. Задачи обратного проектирования для обеспечения эксплуатации оборудования. Реверс-инжиниринг как инструмент модернизации технологического оборудования и оптимизации технологических процессов.

**Общая трудоемкость дисциплины: 72 / 2 (ч / зач. ед.)**

**Промежуточный контроль: зачет с оценкой.**

## **1. Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Реверс-инжиниринг процессов и оборудования» является изучение обучающимися теоретических и практических знаний, приобретение умений и навыков и формировании у обучающихся компетенций в области инженерных расчетов и моделирования объектов перерабатывающих производств.

## **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Реверс-инжиниринг процессов и оборудования» включена в перечень дисциплин части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Дисциплина «Реверс-инжиниринг процессов и оборудования» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и учебного плана по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия.

Дисциплина «Реверс-инжиниринг процессов и оборудования» является основополагающей для изучения дисциплин «Искусственный интеллект и цифровые двойники в перерабатывающих производствах», «Системы инженерного анализа технических объектов», а также прохождения производственной практики «Научно-исследовательская работа», преддипломной практики, подготовки и выполнения выпускной квалификационной работы.

Особенностью дисциплины является знание методов и инструментов реверс-инжиниринга и умение применять их для выполнения работ по обратному проектированию оборудования и процессов перерабатывающей промышленности.

Рабочая программа дисциплины «Реверс-инжиниринг процессов и оборудования» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

## **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	специфику проблемной ситуации, ее составляющие и связи между ними	проводить анализ проблемной ситуации как системы, выявляя ее составляющие и связи между ними	навыками анализа проблемной ситуации как системы, выявляя ее составляющие и связи между ними
			УК-1.4 Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности	специфику разработки стратегии достижения поставленной цели как последовательности шагов	разрабатывать стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности	навыками разработки стратегии достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности
2.	ПКос-1	Способен выбирать методики проведения экспериментов и испытаний, анализировать их результаты, в том числе с использованием цифровых средств и технологий	ПКос-1.1 Знает методики проведения экспериментов и испытаний, методы анализа их результатов	методики проведения экспериментов и испытаний, методы анализа их результатов	применять методики проведения экспериментов и испытаний, методы анализа их результатов	навыками применения методик проведения экспериментов и испытаний, методов анализа их результатов

3.	ПКос-5	Способен разрабатывать стратегию развития и осуществлять выбор машин и оборудования для технической и технологической модернизации производства пищевой продукции	ПКос-5.1 Знает современные направления развития пищевой техники и технологий производства продукции переработки сельскохозяйственного сырья	современные направления развития пищевой техники и технологий производства продукции переработки сельскохозяйственного сырья	искать информацию о современных направлениях развития пищевой техники и технологий производства продукции переработки сельскохозяйственного сырья	навыками анализа информации о современных направлениях развития пищевой техники и технологий производства продукции переработки сельскохозяйственного сырья
----	--------	---	--	--	---	---

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач. ед. (72 ч), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2

#### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего/*	в т.ч. по семестрам №2
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>72/4</b>	<b>72/4</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>24,35</b>	<b>24,35</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>24,35</b>	<b>24,35</b>
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	12	12
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	12/4	12/4
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,35	0,35
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>47,65</b>	<b>47,65</b>
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i>	47,65	47,65
Вид промежуточного контроля:	Зачет с оценкой	

\* в том числе практическая подготовка

### 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

#### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего/*	ПКР всего/*	
Раздел 1 «Теоретические основы реверс-инжиниринга»	32	6	6	-	20
Раздел 2 «Методы и технические средства реверс-инжиниринга»	39,65	6	6/4	-	27,65
<b>Всего за 2 семестр</b>	<b>71,65</b>	<b>12</b>	<b>12/4</b>	<b>-</b>	<b>47,65</b>
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,35	-	-	0,35	-
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>72</b>	<b>12</b>	<b>12/4</b>	<b>0,35</b>	<b>47,65</b>

\* в том числе практическая подготовка



## Раздел 1. Теоретические основы реверс-инжиниринга

### Тема 1 Введение в реверс-инжиниринг процессов и оборудования

Методологические основы и задачи, структура курса и его взаимосвязь с другими дисциплинами учебного плана. Цель, содержание, задачи дисциплины. Понятие реверс-инжиниринга. Области применения реверс-инжиниринга.

### Тема 2 Основы проектирования

Основные этапы проектирования промышленных изделий. Инструменты, используемые в проектировании изделий

### Тема 3 Этапы развития технологий обратного проектирования

Необходимость в реверс-инжиниринге в рамках развития науки и техники. Обратное проектирование процессов и оборудования как пример развития технологий. Развитие методической базы обратного проектирования в рамках концепции «Индустрия 4.0».

## Раздел 2. Методы и технические средства реверс-инжиниринга

### Тема 1 Методы реверс-инжиниринга

Методы проведения реверс-инжиниринга. Разборка и обследование компонентов изделия как основной метод. Порядок проведения работ по разборке промышленных изделий в процессе обратного проектирования.

### Тема 2 Технические средства реверс-инжиниринга

Технологии и оборудование трёхмерного сканирования. Технологии и оборудование аддитивного производства с применением полимерных и металлических материалов.

### Тема 3 Технологическое оборудование перерабатывающей отрасли как область применения технологий обратного проектирования

Особенности процессов и оборудования агропромышленного комплекса. Задачи обратного проектирования для обеспечения эксплуатации оборудования. Реверс-инжиниринг как инструмент модернизации технологического оборудования и оптимизации технологических процессов.

## 4.3 Лекции/практические занятия

Таблица 4

### Содержание лекций/практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
1.	<b>Раздел 1. Введение в реверс-инжиниринг процессов и оборудования</b>		УК-1.1; УК-1.4; ПКос-1.1; ПКос-5.1	Устный опрос	<b>12</b>
	Тема 1 Введение в реверс-инжиниринг процессов и оборудования	Лекция №1 Основные понятия и область применения реверс-инжиниринга процессов и оборудования	УК-1.1; УК-1.4; ПКос-1.1; ПКос-5.1	Устный опрос	2
		Практическая работа №1 Применение реверс-инжиниринга в разработке оборудования и процессов перерабатывающей промышленности	УК-1.1; УК-1.4; ПКос-1.1; ПКос-5.1	Устный опрос	2
	Тема 2 Основы проектирования	Лекция №2 Основы реверс-инжиниринга	УК-1.1; УК-1.4; ПКос-1.1; ПКос-5.1	Устный опрос	2
		Практическая работа №2 Разработка технического задания на проектирование	УК-1.1; УК-1.4; ПКос-1.1; ПКос-5.1	Устный опрос	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
	Тема 3 Этапы развития технологий обратного проектирования	Лекция №3 Развитие технологий инжиниринга	УК-1.1; УК-1.4; ПКос-1.1; ПКос-5.1	Устный опрос	2
		Практическая работа №3 Технологический процесс проектирования изделий	УК-1.1; УК-1.4; ПКос-1.1; ПКос-5.1	Устный опрос	2
2	<b>Раздел 2. Методы и технические средства реверс-инжиниринга</b>		<b>УК-1.1; УК-1.4; ПКос-1.1; ПКос-5.1</b>	Устный опрос	<b>12/4</b>
	Тема 1 Методы реверс-инжиниринга	Лекция №4 Методы проведения реверс-инжиниринга	УК-1.1; УК-1.4; ПКос-1.1; ПКос-5.1	Устный опрос	2
		Практическая работа №4 Разработка технологии разборки изделия	УК-1.1; УК-1.4; ПКос-1.1; ПКос-5.1	Устный опрос	2/2
	Тема 2 Технические средства реверс-инжиниринга	Лекция №5 Анализ технических средств обратного проектирования	УК-1.1; УК-1.4; ПКос-1.1; ПКос-5.1	Устный опрос	2
		Практическая работа №5 Выбор технических средств для выполнения работ по обратному проектированию	УК-1.1; УК-1.4; ПКос-1.1; ПКос-5.1	Устный опрос	2
	Тема 3 Технологическое оборудование перерабатывающей отрасли как область применения технологий обратного проектирования	Лекция №6 Реверс-инжиниринг в эксплуатации оборудования агропромышленного комплекса	УК-1.1; УК-1.4; ПКос-1.1; ПКос-5.1	Устный опрос	2
		Практическая работа №6 Изучение принципов функционирования технологического оборудования как объекта реверс-инжиниринга	УК-1.1; УК-1.4; ПКос-1.1; ПКос-5.1	Устный опрос	2/2

Таблица 5

**Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины**

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1 Теоретические основы реверс-инжиниринга</b>		
Компетенции: УК-1.1; УК-1.4; ПКос-1.1; ПКос-5.1		
1.	Тема 1 Введение в реверс-инжиниринг процессов и оборудования	Применение технологий обратного проектирования для улучшения параметров оборудования
2.	Тема 2 Основы проектирования	Разработка типовых технологических процессов изготовления деталей в процессах реверс-инжиниринга
3.	Тема 3 Этапы развития технологий обратного проектирования	Перспективы реверс-инжиниринга с учетом темпов развития технологий
<b>Раздел 2 Методы и технические средства реверс-инжиниринга</b>		

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Компетенции: УК-1.1; УК-1.4; ПКос-1.1; ПКос-5.1		
4.	Тема 1 Методы реверс-инжиниринга	Анализ применимости методов обратного проектирования
5.	Тема 2 Технические средства реверс-инжиниринга	Оценка возможности применения оборудования аддитивных технологий для изготовления изделий
6.	Тема 3 Технологическое оборудование перерабатывающей отрасли как область применения технологий обратного проектирования	Разработка технологических инструкций по техническому обслуживанию и ремонту на основании данных реверс-инжиниринга технологического оборудования

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Реверс-инжиниринг в эксплуатации оборудования агропромышленного комплекса	ПЗ	Тренинг
2.	Выбор технических средств для выполнения работ по обратному проектированию	ПЗ	Разбор конкретной ситуации
3.	Разработка технологии сборки изделия	ПЗ	Компьютерная симуляция

### 6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

#### 6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

#### 1) Вопросы для текущего и промежуточного контроля знаний обучающихся, для устного опроса:

1. Понятие реверс-инжиниринга как процесса
2. Основные цели обратного проектирования
3. Применение технологий обратного проектирования для улучшения параметров оборудования
4. Аддитивные технологии, применяемые в рамках реверс-инжиниринга
5. Методы проведения работ по обратному проектированию
6. Технология реверс-инжиниринга
7. Инструменты реверс-инжиниринга
8. История развития технологий реверс-инжиниринга
9. Порядок проектирования промышленных изделий
10. Технологии трёхмерного сканирования
11. Технологии аддитивного производства с применением полимерных материалов

12. Технологии аддитивного производства с применением металлических материалов
13. Применение обратного проектирования для обеспечения эксплуатации оборудования
14. Проблемы реверс-инжиниринга в машиностроении
15. Элементы цифровой модели в реверс-инжиниринге
16. Программы для создания виртуальных прототипов и тестирования функций объекта
17. Инструменты для создания конструкции и деталей
18. Инструменты для разборки и демонтажа объекта
19. Инструменты для документирования объекта
20. Анализ структуры и деталей объекта при обратном проектировании

## **2)Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен):**

- 1 Области применения реверсивного инжиниринга
- 2 Методы оцифровки объектов
- 3 Облака точек и полигональные модели в процессе обратного проектирования
- 4 Построения параметрической CAD-модели на основании данных оцифровки
- 5 Технология обратного проектирование детали на основании полигональной модели
- 6 Технология обратного проектирования детали с использованием данных ручного обмера
- 7 Метод построения модели объекта по непрямым измерениям
- 8 Метод построения модели объекта по контрольным сечениям
- 9 Технология бесконтактной оцифровки деталей при помощи 3D-сканера
- 10 Технологическая документация для обратного инжиниринга
- 11 Программное обеспечение для обратного инжиниринга
- 12 Особенности технологического процесса создания деталей с использованием аддитивных технологий
- 13 Этапы внедрения результатов обратного инжиниринга в производство
- 14 Методы оценки конструкции деталей и машин при обратном инжиниринге
- 15 Технологии CAD/CAM, применяемые при создании цифровых моделей
- 16 Требования к результатам обратного инжиниринга
- 17 Исследование свойств материала для изготовления аналога
- 18 Особенности технологии цифровых прототипов
- 19 Особенности параметрического твердотельного моделирования
- 20 Принципы работы оборудования для 3D-оцифровки

## 6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине может применяться **балльно-рейтинговая и традиционная** система контроля и оценки успеваемости обучающихся.

В основу балльно-рейтинговой системы (БРС) положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга обучающегося осуществляется в ходе текущего, промежуточного контроля и промежуточной аттестации знаний.

Таблица 7

Шкала оценивания	Экзамен
85-100	Отлично
70-84	Хорошо
60-69	Удовлетворительно
0-59	Неудовлетворительно

При использовании традиционной системы контроля и оценки успеваемости обучающихся должны быть представлены критерии выставления оценок по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

### Критерии оценивания результатов обучения

Таблица 8

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку <b>«отлично»</b> заслуживает обучающийся, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – высокий.</b>
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку <b>«хорошо»</b> заслуживает обучающийся, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – хороший (средний).</b>
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку <b>«удовлетворительно»</b> заслуживает обучающийся, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – достаточный.</b>
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку <b>«неудовлетворительно»</b> заслуживает обучающийся, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>не сформированы.</b>

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Зуев, В. В. Создание цифровых моделей оцифровкой объектов с использованием 3D-сканеров : учебно-методическое пособие / В. В. Зуев, М. С. Кружкова, А. В. Кислова. — Москва : РТУ МИРЭА, 2023. — 75 с. — ISBN 978-5-7339-1987-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/386240>

2. Канищев, М. В. Введение в аддитивные технологии : учебник / М. В. Канищев, Л. М. Ульев. — Москва : МИСИС, 2023 — Том 1 : Обзор основных технологий 3D-печати — 2023. — 352 с. — ISBN 978-5-907560-37-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/360293>

3. Семиглазов, В. А. 3D Технологии : учебное пособие / В. А. Семиглазов. — Москва : ТУСУР, 2023. — 192 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/394100>

4. Суворов, А. П. Создание трехмерных моделей для аддитивного производства на основе полигонального моделирования. Лабораторный практикум / А. П. Суворов. — 2-е изд., стер. (полноцветная печать). — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 64 с. — ISBN 978-5-507-45754-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/282557>

5. Цифровые технологии производственных процессов. Digital technologies in production processes : учебное пособие / А. С. Селиванов, П. А. Путеев, П. Н. Шенбергер, Н. В. Аниськина. — Тольятти : ТГУ, 2022. — 143 с. — ISBN 978-5-8259-1065-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/243302>

### 7.2 Дополнительная литература

1. Трофимов, А. В. Компьютерные технологии в машиностроении. Индустрия 4.0 : учебное пособие / А. В. Трофимов, И. А. Зверев ; под редакцией А. В. Трофимова. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2022. — 68 с. — ISBN 978-5-9239-1330-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/288914>

2. Преображенская, Е. В. Технологии, материалы и оборудование аддитивных производств : учебное пособие / Е. В. Преображенская, Т. Н. Боровик, Н. С. Баранова. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021 — Часть 1 — 2021. — 173 с. — ISBN 978-5-7339-1397-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/182474>

3. Преображенская, Е. В. Технологии, материалы и оборудование аддитивных производств : учебное пособие / Е. В. Преображенская, В. В. Зуев, А. А. Мышечкин. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021 — Часть 2 — 2021. — 164 с. — ISBN 978-5-7339-1398-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/182471>

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. <http://window.edu.ru/> - открытый доступ
2. <http://ru.wikipedia.org/> - открытый доступ
3. [www.library.timacad.ru](http://www.library.timacad.ru) - открытый доступ

## 9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программы: MS Office, программный комплекс Mathcad, Интернет, электронные ресурсы технических библиотек. Компас-3D, T-FLEX CAD.

Таблица 9

### Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы
1	Теоретические основы реверс-инжиниринга	MS Office, Компас-3D, T-FLEX CAD;	Обучающие
2	Методы и технические средства реверс-инжиниринга	MS Office, Компас-3D, T-FLEX CAD	Обучающие

## 10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 10

### Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы**
1	2
Учебный корпус №1, ауд.102	1.Стенды с рабочими органами технологического оборудования разм. 810x910, инв.№602878. 2.Стенд с рабочими органами технологического оборудования разм. 900x1200, инв. № 602879. 3.Стенд с рабочими органами технологического оборудования разм.1200x1200, инв. № 602880. 3.Проекционный экран с электроприводом- 1 комплект. 4.Телевизор модели49PFT4100\60- 1 шт. 5.Ноутбук инв. № 210138000003695. 6.Доска маркерная с алюминиевой рамой 180x120 см, TSA-1218 инв. № 210138000003695
Учебный корпус №1, ауд.328	1.Лабораторная установка для испытания конструкций теплообменников инв. №591242; 2.Лабораторная установка по исследованию процесса перемешивания инв. №591239; 3.Лабораторная установка для определения гидравлического сопротивления инв. №591247; 4.Лабораторная установка исследования расстойки и выпеч-

	<p>ки хлеба инв. №591250;  5.Лабораторная установка для испытания теплообмена излучением инв. № 591246;  6.Лабораторная установка для испытания теплообмена конвекцией инв. № 591246;  7.Лабораторная установка для определения теплопроводности инв.№591243;  8.Лабораторная установка для определения характеристик насосов инв. № 591249;  9.Лабораторная установка исследования фазовых переходов газов инв. №591251;  10.Лабораторная установка по определению плотности сыпучих материалов инв. № 591237;  11.Лабораторная установка по ректификации инв. № 591240; --12.Лабораторная установка по определению способов сушки инв. № 591241.  <u>Ноутбуки для работы с указанными лабораторными установками:</u>  1.Инв. № 210138000002176  2.Инв. №210138000002178  3.Инв. № 210138000002181  4.Инв. № 210138000002182  5.Инв. № 210138000002184,  6.Инв.№ 210138000002185  7.Инв. № 410134000002962.  <u>Другое оборудование:</u>  1.Монитор Lenovo инв. № 554211  комплект оборудования для модернизации инв.№ 410134000002958  2.Дежа инв. № 410134000002957  3.Беспроводная плата ДС-1 инв. №410138000001002  4.Беспроводная плата ДС-4 инв. № 600481  5. Проектор инв. № 591891/1  6.Экран Targa инв.№ 591688 .  7.Проектор инв. № 591691/1  8.Системный блок инв. №591680  9.Монитор инв. № 597407  10.Доска белая металлическая 180x120 инв. № 591672/1  11.Крепление для проектора инв. № 591684  12.Беспроводная компьютерная система измерения и визуализации инв. №410134000002959  13.Беспроводная система измерения и визуализации инв.№410134000002961  14. Комплект коммутации инв. № 591699/3  15. Водонагреватель Thermex H10-0 инв. № 631775.</p>
Учебный корпус №1, ауд.327	Мультимедийный проектор, экран, компьютеры
Учебный корпус №1, ауд.326	1.Комплект учебного оборудования для совместной работы с изображением при системном проектировании инв. № 410124000603100. 2.Комплект учебного оборудования для создания графических объектов при системном проектировании (тип 1). инв.№410124000603097. 3.Комплект учебного оборудования для создания графиче-



	ских объектов при системном проектировании (тип 2) инв. № 410124000603098.
Центральная научная библиотека имени Н.И.Железнова, читальный зал	Компьютеры

\*

### **11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины**

Для успешного овладения материалом дисциплины «Реверс-инжиниринг процессов и оборудования» необходима систематическая самостоятельная работа с учебной литературой, конспектами лекций, Интернет - ресурсами, консультации преподавателя.

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся). Учебные занятия (в том числе по реализации практической подготовки) представлены следующими видами, включая учебные занятия, направленные на практическую подготовку обучающихся и проведение текущего контроля успеваемости:

- лекции (занятия лекционного типа);
- практические занятия;
- групповые консультации;
- индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся;
- самостоятельная работа обучающихся;
- занятия иных видов.

На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные настоящей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

### **Виды и формы отработки пропущенных занятий**

Занятия, пропущенные обучающимся по уважительной причине, компенсируются в форме собеседования с преподавателем с последующим выполнением практического занятия в полном объеме с оцениванием в баллах. Занятия, пропущенные студентом без уважительной причины - не отрабатываются.

Обучающийся, пропустивший лекционные занятия, обязан предоставить рукописный конспект лекций или написать реферат по пропущенным темам.

### **12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

Лекции должны носить проблемный характер, а их изложение - в русле опережающего образования.

Реализация компетентностного подхода должна обеспечиваться широким использованием активных и интерактивных форм проведения занятий. Занятия в интерактивной форме должны составлять не менее 15 %.

Самостоятельная работа обучающихся должна быть направлена на углубленное изучение актуальных проблем применения новых конструкционных материалов при создании современного оборудования для перерабатывающих и пищевых предприятий АПК России, последних достижений науки и возможностей их использования для интенсификации производственных процессов повышения качества продуктов питания, созданию безлюдных технологий и охраны окружающей среды.

**Программу разработал:**

Торопцев В.В., к.т.н., доцент

  
\_\_\_\_\_