



---

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический  
университет» (БГТУ)

---

Учебно-научный технологический институт  
*(наименование факультета/института)*

Кафедра «Технология машиностроения»  
*(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)*

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор по учебной  
работе

\_\_\_\_\_ В.А. Шкаберин

«25» апреля 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
учебной дисциплины

«Основы САПР»  
*(наименование дисциплины)*

15.03.02 Технологические машины и оборудование  
*(код и наименование специальности или направления подготовки)*

Оборудование, инструмент и процессы механической и физико-технической  
обработки

*(направленность (профиль)/ специализация образовательной программы)*

высшее образование – бакалавриат  
*(уровень образования)*

бакалавр  
*(квалификация, присваиваемая по специальности или направлению подготовки)*

заочная  
*(форма обучения)*

2021  
*(год набора)*

Брянск 2022

Рабочая программа учебной дисциплины  
«Основы САПР»

*(наименование дисциплины)*

15.03.02 Технологические машины и оборудование

*(код и наименование специальности или направления подготовки)*

Оборудование, инструмент и процессы механической и физико-технической  
обработки

*(направленность (профиль)/специализация образовательной программы)*

**Разработал(и):**

доцент, к.т.н., доцент

*(должность, ученая степень, ученое звание)*

*(подпись)*

Н.В. Тюльпинова

*(И.О. Фамилия)*

*(должность, ученая степень, ученое звание)*

*(подпись)*

*(И.О. Фамилия)*

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
«Технология машиностроения»

*(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)*

«22» апреля 2022 г., протокол № 7

Заведующий кафедрой

к.т.н., доцент

*(ученая степень, ученое звание)*

*(подпись)*

Е.А. Польский

*(И.О. Фамилия)*

**Согласовано:**

Заведующий выпускающей кафедрой

«Металлорежущие станки и инструменты»

*(наименование выпускающей кафедры)*

к.т.н., доцент

*(ученая степень, ученое звание)*

*(подпись)*

Щербаков А.Н.

*(И.О. Фамилия)*

© Н.В. Тюльпинова, 2022

© ФГБОУ ВО «Брянский государственный  
технический университет», 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ФГОС .....	5
3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ .....	6
5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	7
5.1. Структура дисциплины.....	7
5.2. Распределение формируемых компетенций по разделам (темам) дисциплины.....	8
5.3. Лекции .....	8
5.4. Лабораторные работы .....	13
5.5. Практические занятия .....	13
5.6. Самостоятельная работа обучающихся .....	14
5.7. Организация текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся .....	24
6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	25
7. РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ И (ИЛИ) ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	25
8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	26
8.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся .....	26
8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	26
8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при изучении дисциплины .....	34
8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и (или) информационных справочных систем .....	34
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	34
10. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ.....	35

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	36
11.1. Методические материалы для педагогических работников .....	36
11.2. Методические материалы для обучающихся .....	37
12. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	38
12.1. Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины .....	38
12.2. Шкала оценивания при текущем контроле успеваемости .....	39
12.3. Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся .....	40
12.4. Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине .....	41
12.5. Характеристика результатов обучения .....	41
12.6. Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся .....	42
13. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА .....	42

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебная дисциплина «Основы САПР» (далее – дисциплина) ориентирована на формирование у обучающихся компетенций в рамках основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО) по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, профиль «Оборудование, инструмент и процессы механической и физико-технической обработки».

### 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель** освоения дисциплины – формирование у обучающихся комплекса знаний, умений и навыков, требуемых при решении задач профессиональной деятельности в междисциплинарном контексте, относящемся к предметной области дисциплины.

**Задачи** дисциплины:

- освоение обучающимися теоретической и практической базы, предусмотренной содержанием дисциплины;
- формирование у обучающихся способности к решению интегрированных междисциплинарных задач профессиональной деятельности в контексте предметной области дисциплины.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ФГОС

Дисциплина входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы и реализуется на 2 курсе(-ах) в 4 семестре(-ах).

Предварительно изучаются дисциплины: «Теоретическая механика», «Начертательная геометрия».

Параллельно изучаются дисциплины: «Компьютерная графика и современные САД-системы».

Базируются на изучении дисциплины: «Гидравлика», «Основы научных исследований», «Автоматизированное проектирование инструментов, инструментальной оснастки и технологии их изготовления».

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций ПК-1, ПК-2, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1. Способностью к систематическому изучению научно-технической ин-	<b>знать:</b> методологию систематического изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему про-

Код и наименование компетенции	Результаты обучения по дисциплине
формации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки	<p>филю подготовки;</p> <p><b>уметь:</b> систематически изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по соответствующему профилю подготовки;</p> <p><b>владеть:</b> навыками систематического изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки</p>
ПК-2. Умением моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов	<p><b>знать:</b> методологию моделирования технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования; методологию проведения экспериментов по заданным методикам с обработкой и анализом результатов;</p> <p><b>уметь:</b> моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования; проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов;</p> <p><b>владеть:</b> навыками моделирования технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования; навыками проведения экспериментов по заданным методикам с обработкой и анализом результатов</p>

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц(ы) (180 академических часа(-ов)). Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы и семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы и семестрам

[illegible]

Виды учебной работы в соответствии с учебным планом образовательной программы	Трудоемкость, час.												
	Всего	Семестр											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	А	В	С
3.2. Зачет, семестр		-											
3.3. Зачет с оценкой, семестр		-											
3.4. Курсовой проект (контроль), семестр		-											
3.5. Курсовая работа (контроль), семестр		-											
3.6. Расчетно-графическая работа (контроль), семестр		4											
3.7. Контрольная работа (контроль), семестр		-											
<b>Общая трудоемкость (5 з.е.)</b>	<b>180</b>	180											

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Структура дисциплины

Структура дисциплины представлена в виде тематического плана в таблице 3.

Таблица 3 – Тематический план дисциплины

Наименование раздела (темы) дисциплины	Трудоемкость, час.				
	Всего	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа
<b>Раздел 1. Системы автоматизированного проектирования (САПР).</b>	<b>171</b>	<b>4</b>		<b>4</b>	<b>163</b>
Тема 1. Введение в автоматизированное проектирование.	8	0,5			7,5
Тема 2. Виды обеспечения САПР.	8	0,5			7,5
Тема 3. Компьютерная графика и геометрическое моделирование.	8	0,5			7,5
Тема 4. Инженерный анализ и компьютерное моделирование.	8	0,5			7,5
Тема 5. Интегрированные САПР (CAD/CAM/CAE/PDM-системы).	8	0,5			7,5
Тема 6. CALS/ИПП/PLM-технологии.	8	0,5			7,5
Тема 7. Цифровой двойник (ЦД): концепция, определения и классификация.	8	0,5			7,5
Тема 8. Цифровой двойник (ЦД): поставщики технологии и примеры использования в различных отраслях.	8	0,5			7,5
Тема 9. Интегрированная САПР T-FLEX CAD: команды T-FLEX CAD 2D, команды T-FLEX CAD 3D.	6				6
Тема 10. Интегрированная САПР T-FLEX CAD: технология использования T-FLEX CAD для решения задач профессиональной деятельности.	3				3
Тема 11. Разработка цифровых двойников изделий в интегрированной САПР T-FLEX CAD.	76			3	73
Тема 12. Проведение цифровых (виртуальных) испытаний в интегрированной САПР T-FLEX CAD.	22			1	21
<b>Итого</b>	<b>171</b>	<b>4</b>		<b>4</b>	<b>163</b>

## 5.2. Распределение формируемых компетенций по разделам (темам) дисциплины

Распределение формируемых компетенций по разделам дисциплины представлено в таблице 4.

Таблица 4 – Формирование компетенций по разделам дисциплины

Наименование раздела (темы) дисциплины	Код компетенции	
	ПК-1	ПК-2
<b>Раздел 1. Системы автоматизированного проектирования (САПР).</b>	+	+
Тема 1. Введение в автоматизированное проектирование.	+	+
Тема 2. Виды обеспечения САПР.	+	+
Тема 3. Компьютерная графика и геометрическое моделирование.	+	+
Тема 4. Инженерный анализ и компьютерное моделирование.	+	+
Тема 5. Интегрированные САПР (CAD/CAM/CAE/PDM-системы).	+	+
Тема 6. CALS/ИПП/PLM-технологии.	+	+
Тема 7. Цифровой двойник (ЦД): концепция, определения и классификация.	+	+
Тема 8. Цифровой двойник (ЦД): поставщики технологии и примеры использования в различных отраслях.	+	+
Тема 9. Интегрированная САПР T-FLEX CAD: команды T-FLEX CAD 2D, команды T-FLEX CAD 3D.	+	+
Тема 10. Интегрированная САПР T-FLEX CAD: технология использования T-FLEX CAD для решения задач профессиональной деятельности.	+	+
Тема 11. Разработка цифровых двойников изделий в интегрированной САПР T-FLEX CAD.	+	+
Тема 12. Проведение цифровых (виртуальных) испытаний в интегрированной САПР T-FLEX CAD.	+	+

## 5.3. Лекции

Перечень занятий лекционного типа, их содержание и трудоемкость представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Тематика и содержание лекций

Наименование темы дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
Тема 1. Введение в автоматизированное проектирование.	1. Введение в автоматизированное проектирование.	1. Системный подход к проектированию. 1.1. Понятие инженерного проектирования. 1.2. Принципы системного подхода к проектированию. 1.3. Основные понятия системотехники. 2. Структура процесса проектирования. 2.1. Иерархическая структура проектных спецификаций и иерархические уровни проектирования. 2.2. Стадии проектирования. 2.3. Классификация проектных процедур. 3. Системы автоматизированного проектирования. 3.1. Цели и предпосылки создания и внедрения САПР. 3.2. Этапы развития САПР. 3.3. Основные концепции развития САПР в XXI веке. 3.4. Структура САПР. 3.4.1. Подсистемы САПР. 3.4.2. Виды обеспечения САПР. 3.5. Классификация САПР. 4. Методы проектирования САПР. 4.1. Принципы построения САПР. 4.2. Методы и основные этапы разработки САПР.	0,5
Тема 2. Виды обеспечения	2. Виды обеспечения	1. Техническое обеспечение САПР.	0,5



Наименование темы дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудо- емкость, час.
печения САПР.	САПР.	1.1. Структура и требования, предъявляемые к техническому обеспечению. 1.2. Устройства обработки и хранения информации. 1.3. Устройства отображения информации. 1.4. Устройства ввода-вывода информации. 1.5. Устройства передачи информации. 2. Математическое обеспечение САПР. 2.1. Компоненты математического обеспечения САПР. 2.2. Математический аппарат в моделях разных иерархических уровней. 2.3. Требования к математическим моделям и численным методам в САПР. 3. Программное обеспечение САПР. 3.1. Компоненты программного обеспечения САПР и их функции. 3.2. Общее программное обеспечение. 3.3. Специальное программное обеспечение. 3.4. Технологии разработки программного обеспечения САПР. 4. Информационное обеспечение САПР. 4.1. Компоненты информационного обеспечения САПР. 4.2. Базы данных и СУБД. 4.3. Модели представления данных. 5. Лингвистическое обеспечение САПР. 5.1. Классификация и использование языков в САПР. 5.2. Языковые средства машинной графики. 6. Методическое обеспечение САПР. 7. Организационное обеспечение САПР.	
Тема 3. Компьютерная графика и геометрическое моделирование.	3. Компьютерная графика и геометрическое моделирование.	1. Классификация и область применения графических и геометрических компьютерных моделей. 1.1. Векторные графические модели. 1.2. Растровые графические модели. 1.3. Компьютерные геометрические модели. 1.3.1. Плоские компьютерные геометрические модели. 1.3.2. Объемные (трехмерные) геометрические модели. 1.3.3. Конструктивная твердотельная геометрия. 1.3.4. Представление с помощью границ. 1.3.5. Позиционный подход. 1.4. Моделирование линий. 1.4.1. Способы представления кривых. 1.4.2. Произвольные кривые. 1.4.3. Сплайны Безье и NURBS. 1.4.4. Аппроксимация и интерполяция. 1.5. Построение поверхностей. 1.5.1. Аналитические поверхности. 1.5.2. Поверхности движения. 1.5.3. «Облако точек». 1.5.4. Плоскогранные (фасеточные) поверхности. 2. Геометрическое моделирование объемных тел. 2.1. Методы построения 3D-моделей. 2.1.1. Управление геометрическими моделями. 2.1.2. Синхронное моделирование. 2.1.3. Булева геометрия. 2.1.4. Многотельное моделирование. 2.2. Геометрические операции. 2.2.1. Операция выдавливания. 2.2.2. Операция вращения. 2.2.3. Кинематическая операция.	0,5

Наименование темы дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудо- емкость, час.
		2.2.4. Операция по сечениям. 3. Гибридные геометрические модели. 4. Параметризация геометрических моделей. 5. Моделирование объемных сборок. 5.1. Базовые функции моделирования сборок. 5.1.1. Сопряжения элементов сборки. 5.1.2. Контроль пересечений. 5.1.3. Моделирование детали в составе сборки. 5.1.4. Параметризация сборок. 5.1.5. Разнесение объектов сборки. 5.1.6. Моделирование кинематики объектов сборки. 5.1.7. Перспективы развития моделирования сборок. 5.1.8. Типовые проблемы, возникающие при работе со сложными сборками. 5.2. Использование компьютерных сборок для организации процессов разработки сложных технических объектов. 5.2.1. Моделирование «снизу вверх». 5.2.2. Моделирование «сверху вниз». 5.2.3. Смешанный способ проектирования. 6. Проекционные виды и ассоциативные связи 3D и 2D-моделей. 7. Прикладное программное обеспечение геометрического моделирования. 7.1. Классификация и обзор ядер геометрического моделирования. 7.1.1. Лицензируемые ядра геометрического моделирования. 7.1.2. Закрытые (частные) ядра геометрического моделирования. 7.1.3. Ядра, доступные в исходном коде. 8. Комплексное использование геометрических моделей. 9. Экономическая эффективность использования технологий компьютерного геометрического моделирования. 10. Виртуальная реальность и виртуальная инженерия. 10.1. Язык моделирования виртуальной реальности. 10.2. Технические средства виртуальной реальности. 10.2.1. Средства объемной визуальной имитации. 10.2.2. Устройства управления. 10.2.3. Устройства осязания. 10.3. Виртуальная инженерия. 10.3.1. Электронный макет изделия. 10.4. Применение виртуальной реальности в САПР.	
Тема 4. Инженерный анализ и компьютерное моделирование.	4. Инженерный анализ и компьютерное моделирование.	1. Основные принципы и соотношения численных методов инженерного анализа. 1.1. Классификация и применимость конечных элементов. 2. Общая схема компьютерной реализации МКЭ. 3. Учет нелинейности в процедурах МКЭ. 4. Методы оптимизации в инженерном анализе. 4.1. Параметрическая оптимизация. 4.2. Структурная оптимизация. 5. Комплексные решения задач оптимального проектирования. 6. Методы визуализации в системах инженерного анализа.	0,5
Тема 5. Интегрированные САПР (CAD/CAM/CAE/PDM-системы).	5. Интегрированные САПР (CAD/CAM/CAE/PDM-системы).	1. Предпосылки комплексной автоматизации производства. 2. Общая структура интегрированной САПР и особенности функционирования и взаимодействия ее компонентов. 3. Классификация интегрированных САПР.	0,5

Наименование темы дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудо- емкость, час.
		<p>4. Обзор функциональных возможностей интегрированных САПР.</p> <p>4.1. Функциональные возможности интегрированных САПР тяжелого уровня.</p> <p>4.2. Функциональные возможности интегрированных САПР среднего уровня.</p> <p>4.3. Функциональные возможности интегрированных САПР легкого уровня.</p>	
Тема 6. CALS/ИПИ/PLM-технологии.	6. CALS/ИПИ/PLM-технологии.	<p>1. Концепция комплексной информационной поддержки жизненного цикла изделий.</p> <p>1.1. Экономические предпосылки CALS/ИПИ/PLM.</p> <p>1.2. Основные этапы жизненного цикла изделий и его автоматизация.</p> <p>1.3. Автоматизированные системы поддержки и управления жизненным циклом изделия.</p> <p>1.4. Концепция, стратегия и базовые принципы CALS/ИПИ.</p> <p>1.4.1. Базовые принципы CALS.</p> <p>1.4.2. Базовые управленческие технологии.</p> <p>1.4.3. Базовые технологии управления данными об изделии.</p> <p>1.4.4. Интегрированная информационная среда.</p> <p>1.4.5. Основные свойства ЕИП/ИИС.</p> <p>1.4.6. Основные преимущества ЕИП.</p> <p>1.4.7. Стратегия CALS.</p> <p>1.5. CALS/ИПИ/PLM-технологии.</p> <p>2. Технологии представления данных об изделии в электронном виде.</p> <p>2.1. Электронный документ.</p> <p>2.2. Электронная цифровая подпись.</p> <p>2.2.1. Идентификация.</p> <p>2.2.2. Аутентификация.</p> <p>2.3. Электронная модель изделия.</p> <p>2.3.1. Электронная структура изделия.</p> <p>2.4. Стандарт STEP и язык EXPRESS.</p> <p>2.4.1. Обменные файлы.</p> <p>3. Технологии интеграции данных об изделии.</p> <p>3.1. PDM-технологии и системы.</p> <p>3.2. PDM-система как инструмент интеграции автоматизированных систем поддержки жизненного цикла изделия.</p> <p>3.2.1. Применение единой модели данных.</p> <p>3.2.2. Прямой доступ к прикладным базам данных.</p> <p>3.2.3. Использование стандартизованных обменных файлов.</p> <p>3.3. Основные функциональные возможности PDM-систем.</p> <p>3.3.1. Управление хранением данных и документов.</p> <p>3.3.2. Управление составом изделия.</p> <p>3.3.3. Управление конфигурацией изделия.</p> <p>3.3.4. Управление процессами.</p> <p>3.3.5. Вспомогательные функции PDM.</p> <p>4. Методика организации автоматизированной проектной деятельности в среде PDM.</p> <p>4.1. PDM-система как основная рабочая среда персонала комплексной автоматизированной системы.</p> <p>4.2. Применение PDM для повышения эффективности решения задач технологической подготовки производства.</p> <p>4.3. Использование корпоративных справочников мате-</p>	0,5

Наименование темы дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудо- емкость, час.
		риалов и сортаментов. 5. Средства и системы управления заданиями (системы Workflow). 5.1. Преимущества использования технологии Workflow. 5.2. Причины внедрения. 5.3. Базовые концепции. 5.4. Представление бизнес-процессов как процессов Workflow. 5.5. Инструментальные средства описания процесса. 5.6. Управление выполнением процесса. 5.7. Особенности программной реализации. 5.8. Место технологии Workflow в организации бизнеса. 5.9. Стратегия внедрения и использования. 6. Интерактивные электронные технические руководства. 6.1. Классы ИЭТР. 6.2. Языки разработки электронных документов. 7. Технологии анализа и реинжиниринга бизнес-процессов на предприятии.	
Тема 7. Цифровой двойник (ЦД): концепция, определения и классификация.	7. Цифровой двойник (ЦД): концепция, определения и классификация.	1. Определение ЦД и эволюция термина. 2. ЦД и эволюция составляющих технологий. 2.1. Инжиниринговые инструменты для создания ЦД и их эволюция. 2.2. ЦД и оптимизация изделия, аддитивные технологии. 2.3. Технологии сбора и обработки данных для создания ЦД. 2.4. Технологии математического моделирования и цифровых теней. 2.5. ЦД, облака и периферийные вычисления. 2.6. ЦД и новые человеко-машинные интерфейсы. 2.7. ЦД и Блокчейн. 2.8. Схема ЦД и роль составляющих технологий. 3. ЦД как способ преодоления сложности инженерных систем. 3.1. ЦД и концепция MBSE. 3.2. ЦД как интеграция этапов жизненного цикла изделия. 3.3. Объединение ЦД в комплексных объектах и их взаимодействие. 4. Типы ЦД и их классификация. 4.1. Классификация ЦД по уровню сложности. 4.2. Классификация ЦД по уровню зрелости. 4.3. Другие виды классификации и обобщенная схема. 4.4. Трактовка термина «ЦД» в разных отраслях экономики. 4.5. Границы восприятия термина «ЦД» в профессиональном сообществе.	0,5
Тема 8. Цифровой двойник (ЦД): поставщики технологии и примеры использования в различных отраслях.	8. Цифровой двойник (ЦД): поставщики технологии и примеры использования в различных отраслях.	1. Поставщики технологии ЦД. 1.1. Зарубежные поставщики ПО для построения ЦД. 1.2. Зарубежные поставщики комплексных решений класса ЦД. 1.3. Российские поставщики ПО для построения ЦД. 1.4. Российские поставщики комплексных решений класса ЦД. 2. Примеры использования ЦД в различных отраслях. 2.1. ЦД в транспортном машиностроении и на транспорте. 2.1.1. ЦД в автомобильной промышленности. 2.1.2. ЦД в аэрокосмической отрасли. 2.1.3. ЦД в судостроении и эксплуатации водного транспорта.	0,5

Наименование темы дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудо- емкость, час.
		2.1.4. ЦД в железнодорожном транспорте. 2.2. ЦД в архитектурном проектировании и строитель- стве. 2.3. ЦД в нефтегазовой отрасли. 2.4. ЦД в энергетике. 2.4.1. Атомная энергетика. 2.5. ЦД в здравоохранении и медицине. 2.6. ЦД в сельском хозяйстве. 2.7. ЦД водных объектов. 2.8. Применение ЦД в других областях.	
<b>Итого</b>	–	–	<b>4</b>

#### 5.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы по дисциплине не предусмотрены учебным планом образовательной программы (таблица 6).

Таблица 6 – Тематика лабораторных работ

Наименование темы дисциплины	Тема лабораторной работы	Трудо- емкость, час.
–	–	–
<b>Итого</b>	–	–

#### 5.5. Практические занятия

Практические занятия по дисциплине предусмотрены учебным планом образовательной программы.

Перечень практических занятий, их содержание и трудоемкость пред-  
ставлены в таблице 7.

Таблица 7 – Тематика и содержание практических занятий

Наименование темы дисциплины	Тема практического занятия	Содержание практического занятия	Трудо- емкость, час.
Тема 11. Разработ- ка цифровых двой- ников изделий в интегрированной САПР T-FLEX CAD.	1. Разработка 2D-моделей деталей.	Выполнение практических заданий в рамках заявленной темы.	0,5
	2. Разработка 3D-моделей деталей.	Выполнение практических заданий в рамках заявленной темы.	0,5
	3. Разработка 3D-моделей деталей сборочных единиц.	Выполнение практических заданий в рамках заявленной темы.	0,5
	4. Разработка 3D-моделей сборочных единиц.	Выполнение практических заданий в рамках заявленной темы.	0,5
	5. Разработка параметрических 2D-моделей.	Выполнение практических заданий в рамках заявленной темы.	0,5
	6. Разработка параметрических 3D-моделей.	Выполнение практических заданий в рамках заявленной темы.	0,5
Тема 12. Проведе- ние цифровых (виртуальных) ис- пытаний в интегри- рованной САПР T- FLEX CAD.	7. Проведение цифровых (виртуальных) ис- пытаний кинематических механизмов.	Выполнение практических заданий в рамках заявленной темы.	0,5
	8. Проведение цифровых (виртуальных) ис- пытаний конструкций на статическую проч- ность.	Выполнение практических заданий в рамках заявленной темы.	0,5
<b>Итого</b>	–	–	<b>4</b>

## 5.6. Самостоятельная работа обучающихся

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение, представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Вопросы для самостоятельного изучения дисциплины

Наименование темы дисциплины	Вопросы для самостоятельного изучения темы
Тема 9. Интегрированная САПР T-FLEX CAD: команды T-FLEX CAD 2D, команды T-FLEX CAD 3D.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Команды T-FLEX CAD 2D.               <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. Команды построения.                   <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1.1. Построить окружность.</li> <li>1.1.2. Построить эллипс.</li> <li>1.1.3. Построить функцию.</li> <li>1.1.4. Построить прямую.</li> <li>1.1.5. Построить узел.</li> <li>1.1.6. Построить сплайн.</li> <li>1.1.7. Построить эквидистанту.</li> <li>1.1.8. Построить путь.</li> <li>1.1.9. Построить вектор привязки.</li> </ol> </li> <li>1.2. Команды создания изображения.                   <ol style="list-style-type: none"> <li>1.2.1. Создать обозначения осей.</li> <li>1.2.2. Создать размер.</li> <li>1.2.3. Создать фаску.</li> <li>1.2.4. Создать допуск.</li> <li>1.2.5. Создать фрагмент.</li> <li>1.2.6. Создать изображение.</li> <li>1.2.7. Создать штриховку.</li> <li>1.2.8. Создать надпись.</li> <li>1.2.9. Создать картинку.</li> <li>1.2.10. Создать шероховатость.</li> <li>1.2.11. Чертёжный вид.</li> <li>1.2.12. Обозначение вида.</li> <li>1.2.13. Создать эскиз.</li> <li>1.2.14. Создать текст.</li> <li>1.2.15. Копировать с масштабированием.</li> <li>1.2.16. Копировать в буфер.</li> <li>1.2.17. Специальная вставка.</li> <li>1.2.18. Копировать с точкой.</li> <li>1.2.19. Создать линейный массив.</li> <li>1.2.20. Копировать с перемещением.</li> <li>1.2.21. Вставить из буфера.</li> <li>1.2.22. Создать круговой массив.</li> <li>1.2.23. Копировать с симметрией.</li> <li>1.2.24. Копировать с поворотом.</li> <li>1.2.25. Сварной шов.</li> <li>1.2.26. Обозначение сварного шва.</li> <li>1.2.27. Таблица сварных швов.</li> </ol> </li> <li>1.3. Команды редактирования.                   <ol style="list-style-type: none"> <li>1.3.1. Изменить построения.</li> <li>1.3.2. Изменить размер.</li> <li>1.3.3. Изменить допуск.</li> <li>1.3.4. Изменить фрагмент.</li> <li>1.3.5. Изменить вектор привязки.</li> <li>1.3.6. Изменить изображение.</li> <li>1.3.7. Изменить штриховку.</li> <li>1.3.8. Изменить надпись.</li> <li>1.3.9. Изменить узел.</li> <li>1.3.10. Изменить картинку.</li> <li>1.3.11. Изменить шероховатость.</li> <li>1.3.12. Выбрать всё.</li> <li>1.3.13. Изменить чертёжный вид.</li> </ol> </li> </ol> </li> </ol>

Наименование темы дисциплины	Вопросы для самостоятельного изучения темы
	<ul style="list-style-type: none"> <li>1.3.14. Изменить обозначение вида.</li> <li>1.3.15. Изменить эскиз.</li> <li>1.3.16. Изменить текст.</li> <li>1.3.17. Изменить копию.</li> <li>1.3.18. Найти.</li> <li>1.3.19. Установить значения размеров.</li> <li>1.3.20. Пересчет в середину поля допуска.</li> <li>1.3.21. Удалить лишние построения.</li> <li>1.3.22. Повторить изменение.</li> <li>1.3.23. Заменить элемент построения.</li> <li>1.3.24. Масштабировать.</li> <li>1.3.25. Переместить.</li> <li>1.3.26. Симметрия.</li> <li>1.3.27. Поворот.</li> <li>1.3.28. Отменить изменение.</li> <li>1.4. Создание документации. <ul style="list-style-type: none"> <li>1.4.1. Создание новой спецификации.</li> <li>1.4.2. Редактировать спецификацию.</li> <li>1.4.3. Разделы спецификации.</li> <li>1.4.4. Включение в спецификацию.</li> <li>1.4.5. Позиции спецификации.</li> <li>1.4.6. Спецификации.</li> <li>1.4.7. Обновить спецификацию.</li> <li>1.4.8. Обновить позиции спецификации.</li> <li>1.4.9. Экспорт спецификации.</li> <li>1.4.10. Переключить: сборочный чертёж/спецификация.</li> <li>1.4.11. Экспорт.</li> <li>1.4.12. Импорт.</li> <li>1.4.13. Записать профиль.</li> <li>1.4.14. Вывести чертеж на принтер.</li> <li>1.4.15. Создать отчёт.</li> <li>1.4.16. Записать структуру чертежа.</li> </ul> </li> <li>1.5. Команды работы с чертежами. <ul style="list-style-type: none"> <li>1.5.1. Конвертер.</li> <li>1.5.2. Защита документов.</li> <li>1.5.3. Ссылки.</li> <li>1.5.4. Перенести сборку.</li> <li>1.5.5. Создать новую 3D-модель.</li> <li>1.5.6. Закрыть чертеж.</li> <li>1.5.7. Создать новый чертеж.</li> <li>1.5.8. Создать новый документ на основе файла прототипа.</li> <li>1.5.9. Открыть чертеж.</li> <li>1.5.10. Показать свойства чертежа.</li> <li>1.5.11. Сохранить чертеж.</li> <li>1.5.12. Сохранить документ как прототип.</li> <li>1.5.13. Сохранить все чертежи.</li> <li>1.5.14. Сохранить чертеж с другим именем.</li> </ul> </li> <li>1.6. Команды работы с переменными. <ul style="list-style-type: none"> <li>1.6.1. Анимировать модель.</li> <li>1.6.2. Пересчитать переменные.</li> <li>1.6.3. Редактировать базу данных.</li> <li>1.6.4. Изменить элемент управления.</li> <li>1.6.5. Редактировать параметры модели.</li> <li>1.6.6. Графики.</li> <li>1.6.7. Измерить элемент или отношение между элементами.</li> <li>1.6.8. Оптимизировать модель.</li> <li>1.6.9. Отношения.</li> <li>1.6.10. Считать параметры из файла.</li> <li>1.6.11. Глобальные переменные.</li> <li>1.6.12. Показать связи переменных.</li> <li>1.6.13. Создать элемент управления.</li> </ul> </li> </ul>

Наименование темы дисциплины	Вопросы для самостоятельного изучения темы
	<p>1.6.14.Обновить ссылки. 1.6.15.Редактировать переменные. 1.6.16.Записать параметры в файл.</p> <p>1.7. Параметры чертежа, конфигурация системы. 1.7.1. Приложения. 1.7.2. Аннотации. 1.7.3. Объектная привязка. 1.7.4. Фильтр. 1.7.5. Селектор. 1.7.6. Полноэкранный режим. 1.7.7. Информация. 1.7.8. Иконка. 1.7.9. Параметры по умолчанию. 1.7.10.Размеры страницы. 1.7.11.Страницы. 1.7.12.Создать просмотр/слайд. 1.7.13.Задать параметры сетки. 1.7.14.Редактировать слои. 1.7.15.Настройка системы. 1.7.16.Задать уровни изображения. 1.7.17.Задать установки системы. 1.7.18.Задать параметры документа. 1.7.19.Показать панель управления окнами. 1.7.20.Показать полосы прокрутки.</p> <p>1.8. Команды перерисовки и масштабирования окна. 1.8.1. Погасить/показать элементы. 1.8.2. Перерисовать чертеж. 1.8.3. Спрятать элементы построений. 1.8.4. Показать весь чертеж. 1.8.5. Задать координаты окна. 1.8.6. Переместить чертеж вниз. 1.8.7. Увеличить изображение. 1.8.8. Переместить чертеж влево. 1.8.9. Максимизировать изображение. 1.8.10.Уменьшить изображение. 1.8.11.Предыдущее окно. 1.8.12.Переместить чертеж вправо. 1.8.13.Реальный размер. 1.8.14.Переместить чертеж вверх. 1.8.15.Задать рабочее окно.</p> <p>1.9. Команды работы с окнами. 1.9.1. Упорядочить иконки. 1.9.2. Расположить окна каскадом. 1.9.3. Закрыть все окна. 1.9.4. Расположить окна горизонтально. 1.9.5. Открыть новое окно. 1.9.6. Разделить окно по горизонтали. 1.9.7. Разделить окно по вертикали. 1.9.8. Расположить окна горизонтально.</p> <p>1.10. Команды работы с библиотеками чертежей. 1.10.1.Показать список библиотек. 1.10.2.Сохранить все конфигурации. 1.10.3.Закрыть все конфигурации. 1.10.4.Открыть каталог. 1.10.5.Открыть библиотеку. 1.10.6.Создать новое описание библиотек. 1.10.7.Открыть описание библиотек.</p> <p>1.11. Приложения. 1.11.1.Печать нескольких документов. 1.11.2.Сценарий анимации.</p> <p>2. Команды T-FLEX CAD 3D.</p>



Наименование темы дисциплины	Вопросы для самостоятельного изучения темы
	<p>2.1. Команды создания и изменения рабочих плоскостей.</p> <p>2.1.1. Построить рабочую плоскость.</p> <p>2.1.2. Изменить рабочую плоскость.</p> <p>2.1.3. Построить рабочую поверхность.</p> <p>2.1.4. Изменить рабочую поверхность.</p> <p>2.2. Команды создания вспомогательных 3D-элементов.</p> <p>2.2.1. Построить 3D-узел.</p> <p>2.2.2. Построить 3D-профиль.</p> <p>2.2.3. Построить 3D-путь.</p> <p>2.2.4. Построить сечение.</p> <p>2.2.5. Построить систему координат.</p> <p>2.2.6. Создать камеру.</p> <p>2.2.7. Создать источник света.</p> <p>2.2.8. Построить трассу.</p> <p>2.3. Команды изменения вспомогательных 3D-элементов.</p> <p>2.3.1. Изменить 3D-узел.</p> <p>2.3.2. Изменить 3D-профиль.</p> <p>2.3.3. Изменить 3D-путь.</p> <p>2.3.4. Изменить сечение.</p> <p>2.3.5. Изменить систему координат.</p> <p>2.3.6. Изменить камеру.</p> <p>2.3.7. Изменить источник света.</p> <p>2.3.8. Изменить трассу.</p> <p>2.4. Команды создания трёхмерной модели.</p> <p>2.4.1. Создать выталкивание.</p> <p>2.4.2. Создать вращение.</p> <p>2.4.3. Создать булеву операцию.</p> <p>2.4.4. Создать сглаживание рёбер.</p> <p>2.4.5. Создать сглаживание граней.</p> <p>2.4.6. Создать сглаживание трёх граней.</p> <p>2.4.7. Создать тело по сечениям.</p> <p>2.4.8. Создать тело по траектории.</p> <p>2.4.9. Создать тело по параметрам.</p> <p>2.4.10. Создать трубопровод.</p> <p>2.4.11. Создать 3D-фрагмент.</p> <p>2.4.12. Задать геометрические параметры адаптивного фрагмента.</p> <p>2.4.13. Создать сопряжение.</p> <p>2.4.14. Создать операцию копирования.</p> <p>2.4.15. Создать операцию симметрии.</p> <p>2.4.16. Вставить внешнюю модель.</p> <p>2.4.17. Вставить 3D-изображение.</p> <p>2.4.18. Создать линейный массив.</p> <p>2.4.19. Создать круговой массив.</p> <p>2.4.20. Создать массив по точкам.</p> <p>2.4.21. Создать массив по пути.</p> <p>2.4.22. Создать параметрический массив.</p> <p>2.4.23. Создать операцию разделения на тела.</p> <p>2.4.24. Создать спираль.</p> <p>2.4.25. Создать пружину.</p> <p>2.4.26. Создать операцию отсечения.</p> <p>2.4.27. Создать операцию оболочки.</p> <p>2.4.28. Создать операцию уклона граней.</p> <p>2.4.29. Создать операцию уклона тела.</p> <p>2.4.30. Создать операцию наложения материала.</p> <p>2.4.31. Создать операцию сшивки поверхностей.</p> <p>2.4.32. Создать резьбу.</p> <p>2.4.33. Создать отверстие.</p> <p>2.4.34. Создать ребро жёсткости.</p> <p>2.4.35. Создать листовую заготовку.</p> <p>2.4.36. Создать операцию гибки.</p> <p>2.4.37. Создать операцию разгибания.</p>

Наименование темы дисциплины	Вопросы для самостоятельного изучения темы
	<p>2.4.38. Создать операцию повторной гибки.</p> <p>2.4.39. Создать операцию выштамповки.</p> <p>2.4.40. Преобразование тела в листовой металл.</p> <p>2.4.41. Параметры по умолчанию для листовых операций.</p> <p>2.4.42. Создать операцию разделения граней.</p> <p>2.4.43. Создать операцию удаления граней.</p> <p>2.4.44. Создать операцию отделения граней.</p> <p>2.4.45. Создать операцию замены граней.</p> <p>2.4.46. Создать операцию изменения граней.</p> <p>2.4.47. Создать операцию перемещения граней.</p> <p>2.4.48. Создать операцию расширения поверхности.</p> <p>2.4.49. Создать операцию заполнения области.</p> <p>2.4.50. Создать операцию деформации масштабированием/скручиванием.</p> <p>2.4.51. Создать операцию деформации сгибанием.</p> <p>2.4.52. Создать операцию деформации перекосом.</p> <p>2.4.53. Создать операцию скульптурной деформации.</p> <p>2.4.54. Создать операцию деформации по кривой.</p> <p>2.4.55. Создать операцию деформации по поверхности.</p> <p>2.4.56. Создать операцию упрощения модели.</p> <p>2.5. Команды изменения трёхмерной модели.</p> <p>2.5.1. Изменить операции.</p> <p>2.5.2. Изменить операцию выталкивания.</p> <p>2.5.3. Изменить операцию вращения.</p> <p>2.5.4. Изменить операцию сглаживания рёбер.</p> <p>2.5.5. Изменить операцию сглаживания граней.</p> <p>2.5.6. Изменить операцию сглаживания трёх граней.</p> <p>2.5.7. Изменить булеву операцию.</p> <p>2.5.8. Изменить тело по сечениям.</p> <p>2.5.9. Изменить тело по траектории.</p> <p>2.5.10. Изменить тело по параметрам.</p> <p>2.5.11. Изменить трубопровод.</p> <p>2.5.12. Изменить 3D-фрагмент.</p> <p>2.5.13. Изменить операцию копирования.</p> <p>2.5.14. Изменить операцию симметрии.</p> <p>2.5.15. Изменить внешнюю модель.</p> <p>2.5.16. Изменить линейный массив.</p> <p>2.5.17. Изменить круговой массив.</p> <p>2.5.18. Изменить массив по точкам.</p> <p>2.5.19. Изменить массив по пути.</p> <p>2.5.20. Изменить параметрический массив.</p> <p>2.5.21. Изменить 3D-изображение.</p> <p>2.5.22. Изменить спираль.</p> <p>2.5.23. Изменить пружину.</p> <p>2.5.24. Изменить операцию отсечения.</p> <p>2.5.25. Изменить разделение тела.</p> <p>2.5.26. Изменить операцию оболочки.</p> <p>2.5.27. Изменить операцию уклона грани.</p> <p>2.5.28. Изменить операцию уклона тела.</p> <p>2.5.29. Изменить операцию сшивки поверхностей.</p> <p>2.5.30. Изменить операцию наложения материала.</p> <p>2.5.31. Изменить резьбу.</p> <p>2.5.32. Изменить отверстие.</p> <p>2.5.33. Изменить ребро жёсткости.</p> <p>2.5.34. Изменить заготовку листового материала.</p> <p>2.5.35. Изменить операцию гибки.</p> <p>2.5.36. Изменить операцию разгибания.</p> <p>2.5.37. Изменить операцию повторной гибки.</p> <p>2.5.38. Изменить операцию выштамповки.</p> <p>2.5.39. Редактировать развёртку.</p> <p>2.5.40. Изменить операцию разделения граней.</p>

Наименование темы дисциплины	Вопросы для самостоятельного изучения темы
	<p>2.5.41. Изменить операцию удаления граней.</p> <p>2.5.42. Изменить операцию отделения граней.</p> <p>2.5.43. Изменить операцию замены граней.</p> <p>2.5.44. Редактировать операцию изменения граней.</p> <p>2.5.45. Изменить операцию перемещения граней.</p> <p>2.5.46. Изменить операцию расширения поверхностей.</p> <p>2.5.47. Изменить операцию заполнения области.</p> <p>2.5.48. Преобразование элементов.</p> <p>2.5.49. Перемещение сопряжённых элементов.</p> <p>2.6. Команды визуализации трёхмерной модели.</p> <p>2.6.1. Применить сечение на 3D-виде.</p> <p>2.6.2. Показать в сцене плоскость обрезки.</p> <p>2.6.3. Включить плоскость обрезки.</p> <p>2.6.4. Установить положение плоскости обрезки.</p> <p>2.6.5. Выбрать центр вращения 3D-модели.</p> <p>2.6.6. Свободное вращение 3D-модели.</p> <p>2.6.7. Вращать 3D-модель вокруг оси X.</p> <p>2.6.8. Вращать 3D-модель вокруг оси Y.</p> <p>2.6.9. Вращать 3D-модель вокруг оси Z.</p> <p>2.6.10. Вращение в системе координат экрана.</p> <p>2.6.11. Автоматическое вращение.</p> <p>2.6.12. Включить/выключить режим панорамного вращения.</p> <p>2.6.13. Зафиксировать точку взгляда в текущем окне.</p> <p>2.6.14. Автомасштабирование 3D-сцены.</p> <p>2.6.15. Вид сзади.</p> <p>2.6.16. Изометрия снизу.</p> <p>2.6.17. Вид снизу.</p> <p>2.6.18. Изометрия снизу сзади.</p> <p>2.6.19. Вид слева.</p> <p>2.6.20. Вид спереди.</p> <p>2.6.21. Вид справа.</p> <p>2.6.22. Аксонометрия (вид спереди).</p> <p>2.6.23. Вид сверху.</p> <p>2.6.24. Аксонометрия (вид сзади).</p> <p>2.6.25. Рёберное изображение 3D-модели.</p> <p>2.6.26. Тоновая закраска 3D-модели.</p> <p>2.6.27. Тоновая закраска с материалами.</p> <p>2.6.28. Изображение 3D-модели с удалением невидимых линий.</p> <p>2.6.29. Изображение с точным удалением невидимых линий.</p> <p>2.6.30. Полупрозрачное изображение 3D-модели.</p> <p>2.6.31. Перспективная проекция 3D-модели.</p> <p>2.6.32. Параллельная проекция 3D-модели.</p> <p>2.6.33. Задать параметры вида.</p> <p>2.6.34. Включить режим разборки 3D-модели.</p> <p>2.6.35. Создать разборку 3D-модели.</p> <p>2.6.36. Выбрать камеру в качестве активной.</p> <p>2.6.37. Создать фотореалистичное изображение.</p> <p>2.6.38. Открыть окно фотореалистичного вида.</p> <p>2.7. Команды для анализа геометрии.</p> <p>2.7.1. Измерить элемент или отношение между элементами.</p> <p>2.7.2. Масс-инерционные характеристики 3D-модели.</p> <p>2.7.3. Проверить целостность модели.</p> <p>2.7.4. Проверить пересечения тел.</p> <p>2.7.5. Проверить изменения модели.</p> <p>2.7.6. Показать кривизну кривых.</p> <p>2.7.7. Показать кривизну поверхностей.</p> <p>2.7.8. Показать отклонение граней.</p> <p>2.7.9. Показать зазор между гранями.</p> <p>2.7.10. Показать расхождение нормалей граней.</p> <p>2.7.11. Показать гладкость модели.</p> <p>2.7.12. Проверить разнимаемость модели.</p>

Наименование темы дисциплины	Вопросы для самостоятельного изучения темы
	2.8. Команды управления трёхмерной моделью. 2.8.1. Обновить 3D-модель. 2.8.2. Выполнить полный пересчёт модели. 2.9. Команды создания и изменения 2D-чертежей по трёхмерной модели. 2.9.1. Создать 2D-проекцию. 2.9.2. Изменить 2D-проекцию. 2.10. Команда создания и изменения материалов. 2.10.1. Открыть окно редактора материалов.
Тема 10. Интегрированная САПР T-FLEX CAD: технология использования T-FLEX CAD для решения задач профессиональной деятельности.	1. Основные принципы и понятия 3D-моделирования. 1.1. Основные понятия T-FLEX CAD. 1.2. Выбор 3D-элементов. 1.3. Настройка имен 3D-элементов. 1.4. Дерево 3D-модели. 1.5. Показатели графического представления 3D-модели. 1.6. Открытие новых окон. 1.7. Работа с окном 3D-вида. 1.8. Общие параметры 3D-элементов. 1.9. Задание параметров создаваемого элемента. 1.10. Предварительный просмотр. 1.11. Манипуляторы внешних переменных. 1.12. Вспомогательные 3D-элементы. 1.13. Редактирование 3D-элементов. 1.14. Базовые операции создания твердых тел. 1.15. Операции над твердыми телами. 1.16. Инженерный анализ. 1.17. Создание 3D-модели в трехмерном пространстве. 1.18. Создание 3D-модели по двумерному чертежу. 1.19. Создание сборочных моделей. 2. 3D-элементы построения. 2.1. Создание рабочих плоскостей. 2.2. Создание рабочих поверхностей. 2.3. 3D-узлы. 2.4. 3D-профили. 2.5. Локальные системы координат. 2.6. 3D-пути. 2.7. Трасса. 2.8. 3D-сечение. 3. Основные операции 3D-моделирования. 3.1. Выталкивание. 3.2. Вращение. 3.3. Сглаживание ребер. 3.4. Сглаживание граней. 3.5. Сглаживание трех граней. 3.6. Булева операция. 3.7. По сечениям. 3.8. Тело по траектории. 3.9. Тело по параметрам. 3.10. Коммуникации. 3.10.1. Трубопровод. 3.10.2. Фитинги. 3.10.3. Типизация коммуникаций. 3.10.4. Жгуты. 3.10.5. Точки подключения. 3.10.6. Автоматическая прокладка трассы. 3.10.7. Стили коммуникации. 3.10.8. Заполнение трассы по стилю. 3.11. Внешняя модель. 3.12. 3D-изображение. 3.13. 3D-копия. 3.14. 3D-симметрия. 3.15. Массивы.

Наименование темы дисциплины	Вопросы для самостоятельного изучения темы
	<ul style="list-style-type: none"> <li>3.15.1. Типы массивов.</li> <li>3.15.2. Виды массивов.</li> <li>3.15.3. Выбор исходных объектов массива.</li> <li>3.15.4. Ограничения и исключения.</li> <li>3.15.5. Привязка к элементам массива.</li> <li>3.15.6. Дополнительные параметры массива.</li> <li>3.16. Спирали.</li> <li>3.17. Пружины.</li> <li>3.18. Отсечение.</li> <li>3.19. Оболочка.</li> <li>3.20. Отверстия.</li> <li>3.21. Деформация. <ul style="list-style-type: none"> <li>3.21.1. Перекос.</li> <li>3.21.2. Скульптурная деформация.</li> <li>3.21.3. Масштабирование/скручивание.</li> <li>3.21.4. Сгибание.</li> <li>3.21.5. Деформация по кривой.</li> <li>3.21.6. Деформация по поверхности.</li> </ul> </li> <li>3.22. Уклон граней.</li> <li>3.23. Уклон тела.</li> <li>3.24. Листовой металл. <ul style="list-style-type: none"> <li>3.24.1. Общие параметры листового материала.</li> <li>3.24.2. Заготовка для листовых операций.</li> <li>3.24.3. Гибка.</li> <li>3.24.4. Разгибание.</li> <li>3.24.5. Повторная гибка.</li> <li>3.24.6. Выштамповка.</li> <li>3.24.7. Преобразование тела в листовой металл.</li> <li>3.24.8. Гибка по сечениям.</li> <li>3.24.9. Таблица гибов.</li> </ul> </li> <li>3.25. Грани. <ul style="list-style-type: none"> <li>3.25.1. Сшить поверхности.</li> <li>3.25.2. Разделение граней.</li> <li>3.25.3. Удаление граней.</li> <li>3.25.4. Отделение граней.</li> <li>3.25.5. Замена граней.</li> <li>3.25.6. Изменение граней.</li> <li>3.25.7. Перемещение граней.</li> <li>3.25.8. Расширение поверхности.</li> <li>3.25.9. Заполнение области.</li> </ul> </li> <li>3.26. Примитивы.</li> <li>3.27. Ребро жесткости.</li> <li>3.28. Резьба.</li> <li>3.29. Разделение.</li> <li>3.30. Упрощение модели.</li> <li>3.31. Сварка. <ul style="list-style-type: none"> <li>3.31.1. Общие сведения.</li> <li>3.31.2. Окно сварных швов.</li> <li>3.31.3. Тип сварного шва.</li> <li>3.31.4. Обозначение сварного шва.</li> <li>3.31.5. Таблица сварных швов.</li> <li>3.31.6. 2D-сварной шов.</li> <li>3.31.7. 3D-сварной шов.</li> </ul> </li> <li>4. Сборочные 3D-модели. <ul style="list-style-type: none"> <li>4.1. Создание сборочных 3D-моделей. <ul style="list-style-type: none"> <li>4.1.1. Создание сборки из 3D-фрагментов.</li> <li>4.1.2. Проектирование сборок «сверху вниз».</li> <li>4.1.3. 3D-расстановка.</li> <li>4.1.4. 3D-планировка.</li> <li>4.1.5. Механизм «Smart Fragment».</li> </ul> </li> <li>4.2. Сопряжения и степени свободы.</li> </ul> </li> </ul>

Наименование темы дисциплины	Вопросы для самостоятельного изучения темы
	<ul style="list-style-type: none"> <li>4.2.1. Типы сопряжений.</li> <li>4.2.2. Создание сопряжений.</li> <li>4.2.3. Приемы работы с готовыми сопряжениями.</li> <li>4.2.4. Перемещение сопряженных объектов.</li> <li>4.2.5. Совместное использование привязки по локальной системе координат и сопряжений.</li> <li>4.3. Дополнительные инструменты для работы со сборочными 3D-моделями. <ul style="list-style-type: none"> <li>4.3.1. Манипуляторы внешних переменных.</li> <li>4.3.2. Детализовка.</li> <li>4.3.3. Управление разборкой.</li> <li>4.3.4. Разборка.</li> </ul> </li> <li>4.4. Адаптивные 3D-фрагменты.</li> <li>4.5. Работа с большими сборками.</li> <li>4.6. Конвертер.</li> <li>5. Редактирование 3D-модели. <ul style="list-style-type: none"> <li>5.1. Подготовка к редактированию.</li> <li>5.2. Приемы редактирования.</li> </ul> </li> <li>6. Создание чертежей по 3D-модели. <ul style="list-style-type: none"> <li>6.1. Создание видов, сечений, разрезов на основе 3D-модели.</li> </ul> </li> <li>7. Сервисные 3D-инструменты и элементы. <ul style="list-style-type: none"> <li>7.1. Элементы оформления в 3D.</li> <li>7.2. Создание преобразований 3D-элементов.</li> <li>7.3. Графики.</li> <li>7.4. Материалы.</li> <li>7.5. Источник света.</li> <li>7.6. Печать 3D.</li> <li>7.7. Камеры. <ul style="list-style-type: none"> <li>7.7.1. Создание камер.</li> <li>7.7.2. Активация камер.</li> </ul> </li> <li>7.8. Фотореалистичное изображение.</li> </ul> </li> <li>8. Анализ геометрии. <ul style="list-style-type: none"> <li>8.1. Масс-инерционные характеристики.</li> <li>8.2. Проверка модели.</li> <li>8.3. Проверка пересечения тел.</li> <li>8.4. Кривизна кривых.</li> <li>8.5. Кривизна поверхностей.</li> <li>8.6. Отклонение граней.</li> <li>8.7. Зазор между гранями.</li> <li>8.8. Расхождение нормалей.</li> <li>8.9. Гладкость модели.</li> <li>8.10. Разнимаемость формы.</li> <li>8.11. Проверка изменений модели.</li> </ul> </li> </ul>
Тема 11. Разработка цифровых двойников изделий в интегрированной САПР T-FLEX CAD.	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Разработка 2D-моделей деталей.</li> <li>2. Разработка 3D-моделей деталей.</li> <li>3. Разработка 3D-моделей деталей сборочных единиц.</li> <li>4. Разработка 3D-моделей сборочных единиц.</li> <li>5. Разработка параметрических 2D-моделей.</li> <li>6. Разработка параметрических 3D-моделей.</li> </ul>
Тема 12. Проведение цифровых (виртуальных) испытаний в интегрированной САПР T-FLEX CAD.	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Проведение цифровых (виртуальных) испытаний кинематических механизмов.</li> <li>2. Проведение цифровых (виртуальных) испытаний конструкций на статическую прочность.</li> </ul>

В процессе самостоятельной работы обучающиеся должны принимать решение по рассматриваемой проблеме с минимальным участием педагогического работника. Для решения поставленных задач может использоваться дополнительная литература и источники в информационно-коммуникационной

сети «Интернет». Для закрепления пройденного материала педагогическим работником могут выдаваться домашние задания.

В таблице 9 указаны виды самостоятельной работы, выполняемые обучающимися при изучении соответствующих тем дисциплины.

Таблица 9 – Виды самостоятельной работы

Наименование темы дисциплины	Виды самостоятельной работы
Тема 1. Введение в автоматизированное проектирование.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации.
Тема 2. Виды обеспечения САПР.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации.
Тема 3. Компьютерная графика и геометрическое моделирование.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации.
Тема 4. Инженерный анализ и компьютерное моделирование.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации.
Тема 5. Интегрированные САПР (CAD/CAM/CAE/PDM-системы).	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации.
Тема 6. CALS/ИПИ/PLM-технологии.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации.
Тема 7. Цифровой двойник (ЦД): концепция, определения и классификация.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации.
Тема 8. Цифровой двойник (ЦД): поставщики технологии и примеры использования в различных отраслях.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации.
Тема 9. Интегрированная САПР T-FLEX CAD: команды T-FLEX CAD 2D, команды T-FLEX CAD 3D.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Изучение рекомендуемой литературы. Подготовка к практическому занятию.

Наименование темы дисциплины	Виды самостоятельной работы
	Выполнение РГР. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации.
Тема 10. Интегрированная САПР T-FLEX CAD: технология использования T-FLEX CAD для решения задач профессиональной деятельности.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Изучение рекомендуемой литературы. Подготовка к практическому занятию. Выполнение РГР. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации.
Тема 11. Разработка цифровых двойников изделий в интегрированной САПР T-FLEX CAD.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Изучение рекомендуемой литературы. Подготовка к практическому занятию. Выполнение РГР. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации.
Тема 12. Проведение цифровых (виртуальных) испытаний в интегрированной САПР T-FLEX CAD.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Изучение рекомендуемой литературы. Подготовка к практическому занятию. Выполнение РГР. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации.

Учебным планом в рамках дисциплины предусмотрено выполнение расчетно-графической работы (РГР).

Примерные темы расчетно-графических работ: «Разработка цифровых двойников изделий в интегрированной САПР T-FLEX CAD. Проведение цифровых (виртуальных) испытаний в интегрированной САПР T-FLEX CAD».

Выполнение РГР осуществляется в соответствии с методическими указаниями, содержащимися в соответствующем разделе электронного курса «Основы САПР» информационно-образовательной среды БГТУ (<http://edu.tu-bryansk.ru>).

## 5.7. Организация текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины. Формы контрольно-оценочных мероприятий, проводимых в рамках текущего контроля успеваемости, представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Формы и периодичность текущего контроля успеваемости

Вид учебной работы	Форма текущего контроля успеваемости	Периодичность осуществления
Практические занятия	– компьютерная (выполнение практических заданий на компьютере); – тестовая (бланочное или компьютерное тестирование)	на каждом занятии
Самостоятельная работа обучающихся	– компьютерная (выполнение практических заданий на компьютере, РГР); – тестовая (бланочное или компьютерное тестирование)	в течение семестра

Оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине (промежуточная аттестация обучающихся) осуществляется в форме экзамена, проводимого в форме выполнения экзаменационных заданий на



компьютере. Аттестационное испытание может включать в себя прохождение теста с использованием технологии компьютерного тестирования. Для уточнения оценки экзаменатор может проводить короткий опрос-собеседование с обучающимся и (или) выдавать ему дополнительные задания.

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе освоения дисциплины применяются следующие образовательные технологии: личностно-ориентированные, активизации деятельности обучающихся, интеллектуальной направленности, проблемного обучения, диалоговые и профессионально-ориентированные (таблица 11).

Таблица 11 – Образовательные технологии, применяемые в ходе преподавания дисциплины

Вид учебной работы	Применяемые образовательные технологии
Лекции	Проблемная лекция. Лекция-визуализация. Лекция-беседа. Лекция-дискуссия.
Практические занятия	Решение практических задач на компьютере. Тестирование.
Самостоятельная работа обучающихся	Проработка лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы. Выполнение практического задания. Выполнение расчетно-графической работы. Подготовка к лекциям. Подготовка к практическим занятиям. Изучение дополнительной литературы и самостоятельное формирование конспекта. Подготовка к экзамену.
Консультации	Концентрация внимания на отдельных вопросах. Личностно-ориентированный подход. Диалог.
Промежуточная аттестация обучающихся	Экзамен (в компьютерной форме).

## 7. РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ И (ИЛИ) ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В электронной информационно-образовательной среде БГТУ размещается электронный курс дисциплины, включающий в себя:

- сведения об авторе курса;
- краткое описание курса;
- рабочую программу дисциплины;
- полный перечень тем дисциплины;
- презентационные материалы для проведения занятий лекционного типа;
- лекции/краткий конспект лекций по каждой теме;
- методические указания по выполнению каждого практического задания;

- методические указания для выполнения расчетно-графической работы;
- материалы и тестовые задания для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Наименование электронного курса в электронной информационно-образовательной среде БГТУ – «Основы САПР – автор Тюльпинова Н.В. – для обучающихся по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, профиль «Оборудование, инструмент и процессы механической и физико-технической обработки», форма обучения – заочная».

Электронный курс предназначен для обеспечения обучающихся всеми необходимыми учебно-методическими материалами, а также проведения контрольно-оценочных мероприятий в процессе обучения. При необходимости осуществляется файловый обмен отчетами о выполнении обучающимися самостоятельной работы.

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся**

1. Тюльпинова, Н.В. Задания для текущего контроля по дисциплине «Основы САПР» [Электронный ресурс] / Н.В. Тюльпинова. – Электронная информационно-образовательная среда БГТУ: [сайт]. – URL: <http://edu.tu-bryansk.ru>.

2. Тюльпинова, Н.В. Задания для промежуточной аттестации по дисциплине «Основы САПР» [Электронный ресурс] / Н.В. Тюльпинова. – Электронная информационно-образовательная среда БГТУ: [сайт]. – URL: <http://edu.tu-bryansk.ru>.

### **8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### ***а) основная литература***

1. Бунаков, П.Ю. Сквозное проектирование в T-FLEX / П.Ю. Бунаков. – 2-е изд. – Саратов: Профобразование, 2019. – 396 с. – ISBN 978-5-4488-0128-0. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/89865.html>.

2. Бунаков, П.Ю. Сквозное проектирование в машиностроении: основы теории и практикум / П.Ю. Бунаков, Э.В. Широких. – 2-е изд. – Саратов: Профобразование, 2019. – 120 с. – ISBN 978-5-4488-0134-1. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/88009.html>.

3. Головицына, М.В. Основы САПР: учебное пособие / М.В. Головицына. – 3-е изд. – Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. – 268 с. – ISBN 978-5-4497-0921-9. – Текст:

электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/102040.html>.

4. Самойлова, Е.М. Интегрированные системы проектирования и управления. Цифровое управление инженерными данными и жизненным циклом изделия: учебное пособие / Е.М. Самойлова. – Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2020. – 283 с. – ISBN 978-5-4497-0640-9. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/97338.html>.

5. Самойлова, Е.М. Основы CALS-технологий: учебное пособие / Е.М. Самойлова. – Саратов: Ай Пи Ар Медиа, 2019. – 127 с. – ISBN 978-5-4497-0225-8. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/86703.html>.

6. Самойлова, Е.М. Цифровая трансформация проектирования и управления автоматизированных и автоматических производств: учебное пособие / Е.М. Самойлова, В.Ю. Мусатов. – Саратов: Ай Пи Ар Медиа, 2019. – 160 с. – ISBN 978-5-4497-0232-6. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/86705.html>.

#### ***б) дополнительная литература***

1. Варнавский, А.Н. Автоматизация управления жизненным циклом продукции: учебное пособие / А.Н. Варнавский. – Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет, 2014. – 50 с. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/121851.html>.

2. Детали машин. Автоматизированное проектирование: учебное пособие / А. Н. Беляев, В. В. Шередекин, В. Д. Бурдыкин, Т. В. Тришина; под редакцией В. В. Шередекин. – Воронеж: Воронежский Государственный Аграрный Университет им. Императора Петра Первого, 2017. – 255 с. – ISBN 978-5-7267-0935-2. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/72661.html>.

3. Каракозова, В.А. Управление жизненным циклом изделий. В 2 частях. Ч.1: учебное пособие / В.А. Каракозова, А.И. Зорин, А.А. Игнатъев. – Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2019. – 124 с. – ISBN 978-5-7433-3337-0. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/117226.html>.

4. Килина, М.С. Основы систем автоматизированного проектирования: учебное пособие / М.С. Килина. – Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет, 2018. – 80 с. – ISBN 978-5-7890-1586-5. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/117739.html>.

5. Несмелова, С.В. Основы автоматизированного проектирования: учебно-методическое пособие / С.В. Несмелова. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2020. – 32 с. – ISBN 978-5-7422-6925-0. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/99825.html>.

6. Папшева, Н.Д. САПР режущего инструмента, инструментальной оснастки и технологии их изготовления: лабораторный практикум / Н.Д. Папшева, О.А. Младенцева. – Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. – 75 с. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/111417.html>.

7. Системы автоматизированного проектирования. Структура. Виды обеспечений: учебное пособие / И.Л. Коробова, Д.В. Давыдова, С.А. Васильев, Д.С. Соловьёв. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. – 89 с. – ISBN 978-5-8265-2104-5. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/99790.html>.

8. Церна, И.А. Автоматизированное проектирование объектов машиностроительного производства: учебное пособие / И.А. Церна, Г.В. Чумаченко. – Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет, 2020. – 67 с. – ISBN 978-5-7890-1735-7. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/117695.html>.

9. Щербаков, А.П. Основные термины и определения компьютерных технологий и автоматизированных систем: методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Основы проектирования и компьютерные технологии» / А.П. Щербаков. – Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017. – 8 с. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/74410.html>.

10. Эйхман, Т.П. Интегрированная информационная поддержка жизненного цикла наукоемких изделий в самолето- и вертолетостроении: учебное пособие / Т.П. Эйхман, Н.В. Курлаев. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013. – 148 с. – ISBN 978-5-7782-2221-2. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/44930.html>.

#### ***в) справочная литература***

1. ГОСТ 34.601-90 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

2. ГОСТ 34.602-89 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

3. Р 50.1.027-2001 Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Автоматизированный обмен технической информацией. Основные положения и общие требования. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

4. Р 50.1.028-2001 Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Методология функционального моделирования. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

5. Р 50.1.029-2001 Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Интерактивные электронные технические руководства. Общие требования к содержанию, стилю и оформлению. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

6. Р 50.1.030-2001 Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Интерактивные электронные технические руководства. Требования к логической структуре базы данных. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

7. Р 50.1.031-2001 Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Терминологический словарь. Часть 1. Стадии жизненного цикла продукции. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

8. Р 50.1.032-2001 Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Терминологический словарь. Часть 2. Применение стандартов серии ГОСТ Р ИСО 10303. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

9. ГОСТ Р 53392-2009 Интегрированная логистическая поддержка. Анализ логистической поддержки. Общие положения. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

10. ГОСТ Р 53393-2009 Интегрированная логистическая поддержка. Основные положения. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

11. ГОСТ Р 53394-2009 Интегрированная логистическая поддержка. Основные термины и определения. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

12. ГОСТ Р 54087-2010 Интегрированная логистическая поддержка. Контроль качества и приемка электронных интерактивных эксплуатационных и ремонтных документов. Основные положения и общие требования. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

13. ГОСТ Р 54088-2010 Интегрированная логистическая поддержка. Интерактивные электронные эксплуатационные и ремонтные документы. Основные положения и общие требования. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

14.ГОСТ Р 54089-2010 Интегрированная логистическая поддержка. Электронное дело изделия. Основные положения. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

15.ГОСТ Р 54090-2010 Интегрированная логистическая поддержка. Перечни и каталоги предметов поставки. Основные положения и общие требования. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

16.ГОСТ 2.001-2013 Единая система конструкторской документации. Общие положения. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

17.ГОСТ 2.051-2013 Единая система конструкторской документации. Электронные документы. Общие положения. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

18.ГОСТ 2.052-2015 Единая система конструкторской документации. Электронная модель изделия. Общие положения. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

19.ГОСТ 2.053-2013 Единая система конструкторской документации. Электронная структура изделия. Общие положения. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

20.ГОСТ 2.102-2013 Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

21.ГОСТ 2.103-2013 Единая система конструкторской документации. Стадии разработки. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

22.ГОСТ 2.104-2006 Единая система конструкторской документации. Основные надписи. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

23.ГОСТ 2.105-95 Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

24.ГОСТ 2.106-96 Единая система конструкторской документации. Текстовые документы. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

25.ГОСТ 2.109-73 Единая система конструкторской документации. Основные требования к чертежам. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

26.ГОСТ 2.111-2013 Единая система конструкторской документации. Нормоконтроль. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

27.ГОСТ 2.118-2013 Единая система конструкторской документации. Техническое предложение. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

28.ГОСТ 2.119-2013 Единая система конструкторской документации. Эскизный проект. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

29.ГОСТ 2.120-2013 Единая система конструкторской документации. Технический проект. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

30.ГОСТ 2.124-2014 Единая система конструкторской документации. Порядок применения покупных изделий. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

31.ГОСТ 2.125-2008 Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эскизных конструкторских документов. Общие положения. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

32.ГОСТ 2.301-68 Единая система конструкторской документации. Форматы. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

33.ГОСТ 2.302-68 Единая система конструкторской документации. Масштабы. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

34.ГОСТ 2.303-68 Единая система конструкторской документации. Линии. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

35.ГОСТ 2.304-81 Единая система конструкторской документации. Шрифты чертежные. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

36.ГОСТ 2.305-2008 Единая система конструкторской документации. Изображения - виды, разрезы, сечения. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

37.ГОСТ 2.306-68 Единая система конструкторской документации. Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

38.ГОСТ 2.307-2011 Единая система конструкторской документации. Нанесение размеров и предельных отклонений. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

39.ГОСТ 2.308-2011 Единая система конструкторской документации. Указания допусков формы и расположения поверхностей. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

40.ГОСТ 2.316-2008 Единая система конструкторской документации. Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на графических документах. Общие положения. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

41.ГОСТ 2.317-2011 Единая система конструкторской документации. Аксонометрические проекции. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

42.ГОСТ 2.418-2008 Единая система конструкторской документации. Правила выполнения конструкторской документации для упаковывания. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

43.ГОСТ 2.431-2008 Единая система конструкторской документации. Правила выполнения графических документов изделий из стекла. Основные требования. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

44.ГОСТ 2.501-2013 Единая система конструкторской документации. Правила учета и хранения. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

45.ГОСТ 2.503-2013 Единая система конструкторской документации. Правила внесения изменений. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

46.ГОСТ 2.511-2011 Единая система конструкторской документации. Правила передачи электронных конструкторских документов. Общие положения. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

47.ГОСТ 2.512-2011 Единая система конструкторской документации. Правила выполнения пакета данных для передачи электронных конструкторских документов. Общие положения. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

48.ГОСТ 2.601-2013 Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

49.ГОСТ 2.602-2013 Единая система конструкторской документации. Ремонтные документы. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).



50.ГОСТ 2.603-68 Единая система конструкторской документации. Внесение изменений в эксплуатационную и ремонтную документацию. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

51.ГОСТ 2.604-2000 Единая система конструкторской документации. Чертежи ремонтные. Общие требования. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

52.ГОСТ 2.605-68 Единая система конструкторской документации. Плакаты учебно-технические. Общие технические требования. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

53.ГОСТ 2.610-2006 Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эксплуатационных документов. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

54.ГОСТ 2.611-2011 Единая система конструкторской документации. Электронный каталог изделий. Общие положения. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

55.ГОСТ 2.612-2011 Единая система конструкторской документации. Электронный формуляр. Общие положения. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

56.ГОСТ 2.701-2008 Единая система конструкторской документации. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

57.ГОСТ 2.702-2011 Единая система конструкторской документации. Правила выполнения электрических схем. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

58.ГОСТ 2.703-2011 Единая система конструкторской документации. Правила выполнения кинематических схем. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

59.ГОСТ 2.704-2011 Единая система конструкторской документации. Правила выполнения гидравлических и пневматических схем. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

60.ГОСТ 2.711-82 Единая система конструкторской документации. Схема деления изделия на составные части. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

61.ГОСТ Р 57700.37-2021 Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения. – Режим доступа: профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://www.cntd.ru/> (доступ – сеть Научной библиотеки БГТУ).

### **8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при изучении дисциплины**

1. Сайт научной библиотеки (<https://libri.tu-bryansk.ru>).
2. Электронно-библиотечная система «Лань» (<https://e.lanbook.com>).
3. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» (<http://www.iprbookshop.ru>).
4. Официальный сайт интегрированной САПР T-FLEX CAD (<http://www.tflex.ru>).
5. Официальный сайт журнала «САПР и графика» (<http://www.sapr.ru>).

### **8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и (или) информационных справочных систем**

1. Интегрированная САПР T-FLEX CAD.

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для обеспечения обучения необходима следующая материально-техническая база:

- аудитория для проведения лекционных занятий, оборудованная персональными компьютерами, мультимедийным компьютерным проектором, средствами звуковоспроизведения (по возможности), проекционным экраном, наличием доступа в информационно-коммуникационную сеть Интернет;
- компьютерный класс для проведения практических занятий с установленным комплектом программного обеспечения и доступом в информационно-коммуникационную сеть Интернет, оборудованный мультимедийным компьютерным проектором, средствами звуковоспроизведения (по возможности), проекционным экраном;
- компьютерный класс для проведения для проведения консультаций, экзамена с установленным комплектом программного обеспечения и доступом в информационно-коммуникационную сеть Интернет;
- компьютерные классы с постоянным доступом к информационно-телекоммуникационной сети Интернет, а также читальные залы научной библиотеки БГТУ для самостоятельной работы обучающихся.

## **10. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Изучение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья организуется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

При проведении учебных занятий обеспечивается соблюдение следующих требований:

- учебные занятия проводятся для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, если это не создает трудностей для обучающихся в ходе учебных занятий;
- присутствие ассистента из числа работников БГТУ или привлеченных лиц, оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с педагогическим работником и т. п.);
- обучающиеся с учетом их индивидуальных особенностей могут пользоваться необходимыми им техническими средствами;
- материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в аудитории, туалетные и другие помещения, а также их пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, при отсутствии лифтов аудитория должна располагаться на первом этаже; наличие специальных кресел и других приспособлений).

Университетом созданы специальные условия для получения высшего образования обучающимися с ОВЗ:

- 1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:
  - наличие альтернативной версии официального сайта организации в сети "Интернет" для слабовидящих;
  - размещение в доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, местах и в адаптированной форме (с учетом их особых потребностей) справочной информации о расписании учебных занятий (информация должна быть выполнена крупным рельефно-контрастным шрифтом (на белом или желтом фоне) и продублирована шрифтом Брайля);
  - присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;
  - обеспечение выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);
  - обеспечение доступа обучающегося, являющегося слепым и использующего собаку-проводника, к зданию организации;
- 2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:
  - дублирование звуковой справочной информации о расписании учебных занятий визуальной (установка мониторов с возможностью трансляции субтит-

ров (мониторы, их размеры и количество необходимо определять с учетом размеров помещения);

– обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, столовые, туалетные и другие помещения Университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, локальное понижение стоек-барьеров; наличие специальных кресел и других приспособлений).

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 11.1. Методические материалы для педагогических работников

Основными формами организации обучения по дисциплине являются лекции, практические занятия и самостоятельная работа обучающихся.

**Организация теоретического обучения** предполагает использование инновационных технологий проведения занятий лекционного типа, к которым, в частности, относятся: проблемная лекция, лекция-визуализация, лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-исследование.

1. *Проблемная лекция* предполагает преимущественно всесторонний анализ исторических и социокультурных, образовательных явлений, научный поиск истины. Проблемная лекция опирается на логику последовательно моделируемых проблемных ситуаций путем постановки проблемных вопросов или предъявления проблемных задач.

2. *Лекция-визуализация* реализует принцип наглядности и учит обучающихся преобразовывать устную и письменную информацию в визуальную форму, что формирует у них профессиональное мышление за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов содержания обучения.

3. *Лекция-беседа* является наиболее распространенной и сравнительно простой формой активного вовлечения обучающихся в учебный процесс. Такая лекция предполагает непосредственный контакт (диалог) педагогического работника с аудиторией.

4. *Лекция-дискуссия*, в которой в отличие от лекции-беседы педагогический работник при изложении лекционного материала не только использует ответы обучающихся на свои вопросы, но и организует свободный обмен мнениями в интервалах между логическими разделами.

**Организация практических занятий по дисциплине** направлена на углубление научно-теоретических знаний обучающихся, формирование практических умений и овладение определенными методами самостоятельной работы.

Практические занятия представляют собой занятия по решению различ-

ных прикладных задач, образцы которых были даны на лекциях.

Задачи практических занятий:

- помочь обучающимся систематизировать, закрепить и углубить знания теоретического характера;
- научить обучающихся приемам решения задач из предметной области дисциплины;
- способствовать овладению навыками и умениями, входящих в структуру формируемых компетенций в результате освоения дисциплины;
- научить их работать с информацией, книгой, пользоваться справочной и научной и методической литературой;
- формировать умение учиться самостоятельно, т.е. овладевать методами, способами и приемами самообучения, саморазвития и самоконтроля.

Содержание практических работ составляют:

- выполнение практических заданий на компьютере;
- компьютерное тестирование.

Цели практических занятий наилучшим образом достигаются в том случае, если студент предварительно проработал тематику практического занятия. Поэтому преподаватель должен информировать студентов о теме следующего практического занятия, чтобы они могли целенаправленно самостоятельно заниматься в домашних условиях.

***Самостоятельная работа обучающихся*** предполагает аудиторную и внеаудиторную формы организации.

Основными видами самостоятельной работы обучающихся без участия педагогического работника являются: формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.); подготовка к занятиям; составление аннотированного списка статей из соответствующих журналов по отраслям знаний и т.п.; текущий самоконтроль, выполнение расчетно-графической работы.

Выполнение РГР по дисциплине предусматривает информирование студентов о ее целях, структуре, выдачу методических указаний и задания, разъяснения по выбору варианта, ознакомление с порядком и сроками сдачи готовых материалов, проведение индивидуальных консультаций и разъяснение отдельных вопросов при необходимости.

Основными видами самостоятельной работы обучающихся с участием педагогического работника являются: текущие консультации, прием и разбор домашних заданий и др.

При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, консультации преподавателя и др.

## **11.2. Методические материалы для обучающихся**

Обучающимся, изучающим дисциплину, необходимо знать требования, предъявляемые к их различным видам учебных занятий, в том числе лекционным, практическим, индивидуальным и др. (таблица 12).

Таблица 12 – Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Вид учебной работы	Организация деятельности обучающегося
Лекции	Изучение дисциплины следует начинать с прослушивания и конспектирования лекций, перечитывать конспект перед выполнением домашних заданий и практическими занятиями. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать педагогическому работнику на консультации, на практическом занятии. Над конспектами лекций надо работать систематически: первый просмотр рекомендуется сделать вечером того же дня, когда была прочитана лекция, затем просмотреть через 3-4 дня, и сделать это еще раз накануне практического занятия.
Практические занятия	Ознакомление с целью и задачами занятия. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме. Выполнение (решение) практических заданий и задач по алгоритму, на основе частично поисковой и или исследовательской деятельности и др.
Изучение дополнительной литературы и самостоятельное формирование конспекта	Ознакомление с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в конкретной теме. Составление аннотаций к прочитанным источникам и др. Рефлексия собственных достижений.
Выполнение расчетно-графической работы	При выполнении расчетно-графической работы обучающемуся следует придерживаться методических указаний. Предусмотрен следующий алгоритм действий: выбор варианта РГР, подбор и систематизация теоретического материала, являющегося основой для решения практических задач, проведение расчетов по исходным данным и анализ полученных значений, формулирование выводов по полученным результатам. Выполненная работа передается преподавателю на проверку. При необходимости осуществляется доработка отдельных частей работы с учетом требований и замечаний преподавателя.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, шкалу оценивания и др.

## 12. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 12.1. Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины

Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины

Код компетенции	Оценочные средства текущего контроля успеваемости	Оценочные средства промежуточной аттестации обучающихся
ПК-1	Тестирование (комплект тестов по темам №1-№10) Практические задания (комплект заданий по темам №11, №12) Расчетно-графическая работа	Экзаменационные задания №1, №2 (представлены в ФОС по дисциплине)
ПК-2	Тестирование (комплект тестов по темам №1-№10) Практические задания (комплект заданий по темам №11, №12)	Экзаменационные задания №1, №2

Код компетенции	Оценочные средства текущего контроля успеваемости	Оценочные средства промежуточной аттестации обучающихся
	Расчетно-графическая работа	(представлены в ФОС по дисциплине)

## 12.2. Шкала оценивания при текущем контроле успеваемости

Оценивание отдельных видов работ в процессе изучения дисциплины рекомендуется осуществлять с использованием следующей шкалы:

– обучающийся ответил правильно на более, чем 90% заданных вопросов или вопросов-тестов, выполнил и успешно защитил практические работы, показал отличное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала и т.д. – «отлично» (максимальный уровень освоения компетенций);

– обучающийся ответил правильно на 75-89% заданных вопросов или вопросов-тестов, выполнил и защитил практические работы с незначительными замечаниями, показал хорошее владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала и т.д. – «хорошо» (средний уровень освоения компетенций);

– обучающийся ответил правильно на 60-74% заданных вопросов или вопросов-тестов, выполнил и защитил практические работы со значительными замечаниями, показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала и т.д. – «удовлетворительно» (минимальный уровень освоения компетенций);

– обучающийся ответил правильно на менее, чем 60% заданных вопросов или вопросов-тестов, не выполнил все или выполнил часть практических работ, не защитил или защитил их со значительными замечаниями, при выполнении задания обучающийся не продемонстрировал уровень самостоятельного владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала и т.д. – «неудовлетворительно» (минимальный уровень освоения компетенций не достигнут).

Критерии и шкала оценки РГР по дисциплине представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Критерии и шкала оценки РГР по дисциплине

Оценка	Оцениваемые параметры
«отлично»	Теоретический вопрос раскрыт полностью без смысловых и логических ошибок. Задание решено верно. На защите ответ обучающегося полный и правильный. Обучающийся способен изложить решение задания, сделать собственные выводы, проанализировать основные показатели. В полном объеме представлен соответствующий графический материал.
«хорошо»	Теоретический вопрос раскрыт на достаточно высоком уровне без смысловых и логических ошибок. Задание решено верно. Имеются незначительные недочеты в определении единиц изме-

Оценка	Оцениваемые параметры
	рения, точности вычислений и т.п. На защите ответ обучающегося в целом полный и правильный. Обучающийся способен изложить решение задания, сделать собственные выводы, проанализировать основные показатели. В полном объеме представлен соответствующий графический материал.
«удовлетворительно»	Теоретический вопрос раскрыт на достаточном уровне, без существенных смысловых и логических ошибок. Задание решено верно, но имеются значительные недочеты в его решении, связанные с неполнотой ответа, с правильным исчислением одних данных и неверным – других и пр. На защите ответ неполный. Обучающийся способен четко изложить решение задания, но допускает неточности в формулировке собственных выводов и анализе основных показателей. В неполном объеме представлен графический материал.
«неудовлетворительно»	Теоретический вопрос не раскрыт или раскрыт не полностью при наличии разного рода неточностей и ошибок. Задание решено со значительными недочетами, с неполными ответами, с неправильным исчислением данных. На защите ответ обучающегося неполный. Обучающийся не способен четко изложить решение задания, допускает неточности в формулировке собственных выводов, не способен проанализировать основные показатели. Графический материал не представлен или представлен не в полном объеме.

В процесс преподавания дисциплины педагогическим работником формируется оценка, характеризующая текущую успеваемость обучающегося.

### 12.3. Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся

При проведении промежуточной аттестации обучающихся в форме экзамена используется шкала оценивания, представленная в таблице 15.

Таблица 15 – Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся

Уровень освоения (оценка)	Планируемые результаты освоения дисциплины
Высокий («отлично»)	Обучающийся глубоко и прочно усвоил теоретический и практический материал, уверенно это демонстрирует в ходе промежуточной аттестации. Исчерпывающе и логически стройно излагает учебный материал, умеет увязывать теорию с практикой, справляется с решением задач профессиональной направленности высокого уровня сложности, правильно обосновывает принятые решения. Свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе.
Повышенный («хорошо»)	Обучающийся знает теоретический и практический материал, грамотно и по существу излагает его в ходе промежуточной аттестации, не допуская существенных неточностей. Правильно применяет теоретические положения при решении практических задач профессиональной направленности разного уровня сложности, владеет необходимыми для этого навыками и приёмами. Достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе.
Базовый	Обучающийся знает на базовом уровне теоретический и практиче-



Уровень освоения (оценка)	Планируемые результаты освоения дисциплины
(«удовлетворительно»)	ский материал, допускает отдельные ошибки при его изложении в ходе промежуточной аттестации. Обучающийся испытывает определённые затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, владеет необходимыми для этого базовыми навыками и приёмами. Демонстрирует достаточный уровень знания учебной литературы по дисциплине.
Низкий («неудовлетворительно»)	Обучающийся не знает на пороговом уровне теоретический и практический материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации. Испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами. Демонстрирует фрагментарные знания учебной литературы по дисциплине.

#### 12.4. Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине

Итоговая оценка по дисциплине определяется с учетом результатов промежуточной аттестации обучающегося (экзамена) и оценок, полученных обучающимся в ходе текущего контроля успеваемости в семестре.

#### 12.5. Характеристика результатов обучения

Характеристики результатов обучения по дисциплине в зависимости от полученной обучающимся оценки приведены в таблице 16.

Таблица 16 – Характеристика результатов обучения по дисциплине

Оценка	Характеристика результатов обучения
«Отлично» (высокий уровень освоения всех индикаторов достижения компетенций в дисциплине)	Содержание дисциплины освоено полностью, все цели достигнуты, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены
«Хорошо» (повышенный уровень освоения всех индикаторов достижения компетенций в дисциплине)	Содержание дисциплины освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с незначительными замечаниями
«Удовлетворительно» (базовый уровень освоения всех индикаторов достижения компетенций в дисциплине)	Содержание дисциплины освоено частично, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, в них имеются ошибки
«Неудовлетворительно» (низкий уровень освоения всех индикаторов достижения компетенций в дисциплине)	Содержание дисциплины не освоено, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий либо не выполнены, либо содержат грубые ошибки; дополнительная самостоятельная работа над материалом не привела к какому-либо значительному повышению качества выполнения учебных заданий

## **12.6. Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся**

Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся представлены в электронном курсе «Основы САПР», размещенном в системе электронной поддержки учебных курсов на базе программного обеспечения Moodle со встроенной подсистемой тестирования ([edu.tu-bryansk.ru](http://edu.tu-bryansk.ru)), входящей в состав электронной информационно-образовательной среды БГТУ (<http://edu.tu-bryansk.ru>) и «Фонд оценочных средств по дисциплине «Основы САПР».

## **13. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА**

В соответствии с Федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации» воспитание – «деятельность, направленная на развитие личности, создание условий для самоопределения и социализации обучающихся на основе социокультурных, духовно-нравственных ценностей и принятых в российском обществе правил и норм поведения в интересах человека, семьи, общества и государства, формирование у обучающихся чувства патриотизма, гражданственности, уважения к памяти защитников Отечества и подвигам Героев Отечества, закону и правопорядку, человеку труда и старшему поколению, взаимного уважения, бережного отношения к культурному наследию и традициям многонационального народа Российской Федерации, природе и окружающей среде».

В учебном процессе воспитательная работа с обучающимися реализуется средствами учебных дисциплин.

Воспитательная деятельность в ходе преподавания дисциплины направлена на формирование у обучающегося системы убеждений, нравственных норм и общекультурных качеств, на оказание им помощи в жизненном самоопределении, нравственном, гражданском и профессиональном становлении, на создание условий для самореализации личности. Воспитательная работа также ориентирует обучающихся на будущую профессиональную деятельность, формируя не только личностные, но и профессионально значимые качества.

Воспитательные задачи во время учебных занятий выполняются в скрытой (контекстной) и открытой (целенаправленной) формах. Скрытая форма воспитательной работы представляет собой воздействие всего хода педагогического процесса на становление личностных качеств обучающихся. Например, соблюдение педагогическим работником трудовой дисциплины, демонстрация преданности науке, заинтересованность в успехе обучающихся, правильная речь, хорошие манеры и т.п. имеют положительное воспитательное значение и формируют у обучающихся добросовестность, исполнительность, трудолюбие, ответственность и другие положительные качества. Обучающиеся неосознанно перенимают данные черты у педагогического работника.

Воспитание в открытой форме – это целенаправленное воздействие содержанием учебной дисциплины на становление личности обучающегося. Например, решение проблем и исследовательская работа формируют у обуча-

ющих умение аргументировать, самостоятельно мыслить, стремление к научному поиску, развивают творчество, профессиональные умения.