

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

**СОГЛАСОВАНО**  
Директор института магистратуры  
  
И.В. Ярмоленко  
« 20 » МАЯ 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института  
  
« 20 » МАЯ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины (модуля)

Системы комплексной автоматизации подготовки  
машиностроительного производства

**Направление подготовки:**

15.04.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных  
производств

**Направленность образовательной программы:**

Технология машиностроения

Квалификация  
Магистр

Форма обучения  
Очная

Институт Технологического оборудования и машиностроения

Кафедра Технологии машиностроения

Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:


- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, утвержденного приказом Министерства и образования науки РФ 17 августа 2020 г. № 1046

- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель (составители): к.т.н., доцент  (А.В. Хуртасенко)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 14 » МАЯ 2021 г., протокол № 11/1

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (Т.А. Дююн)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 20 » МАЯ 2021 г., протокол № 6/1

Председатель к.т.н., доцент  (В.Б. Герасименко)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-6 Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые системы автоматизированного проектирования производственно-технологической документации машиностроительных производств.	ОПК-6.1 Определяет функциональные возможности современных цифровых системы подготовки производства, определяет состав функциональных модулей и может успешно их использовать при проектировании производственно-технологической документации машиностроительных производств	<p><b>Знать:</b> Функциональные возможности современных цифровых систем, предназначенных для автоматизации подготовки производства и проектирования производственно-технологической документации</p> <p><b>Уметь:</b> Выбирать виды и состав современных цифровых программных средств, и использовать для автоматизации подготовки производства</p> <p><b>Владеть:</b> Навыками и методиками автоматизированного проектирования производственно-технологической документации машиностроительных производств</p>
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способен обеспечивать технологичность конструкции деталей машиностроения средней сложности.	ПК-1.1 Знает возможности и умеет ставить задачи обеспечения технологичности конструкции деталей машиностроения с использованием CAD/CAE систем, владеет навыками выполнения инженерных расчетов при решении задач повышения технологичности конструкций деталей машиностроения	<p><b>Знать:</b> Возможности использования CAD/CAE приложений для решения задач обеспечения технологичности конструкций деталей машиностроения</p> <p><b>Уметь:</b> Ставить задачи исследования конструкций деталей машиностроения с целью повышения их технологичности.</p> <p><b>Владеть:</b> Навыками и методиками выполнения инженерных расчетов в САЕ приложениях с целью решения задач повышения технологичности конструкций деталей машиностроения</p>

	<p>ПК-4. Способен осуществлять разработку с использованием систем автоматизированного проектирования (САД-систем) и систем автоматизированной технологической подготовки производства (САРР-систем) технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности.</p>	<p>ПК-4.1 Применяет современные методы автоматизированного проектирования при разработке технологических конструкций деталей машиностроения с использованием интегрированных САД/САЕ систем. ПК-4.2 Выполняет автоматизированное проектирование технологических процессов изготовления машиностроительных изделий с применением САРР и САМ систем</p>	<p><b>Знать:</b> Современные методы и технологии автоматизированного проектирования изделий и технологических процессов с использованием интегрированных программных комплексов. <b>Уметь:</b> Разрабатывать эффективные конструкции и технологические процессы на основе применения интегрированных автоматизированных систем конструкторско-технологической подготовки <b>Владеть:</b> Навыками проектирования технологических деталей машиностроения в САД системах, исследования конструкций в САЕ приложениях и разработки технологических процессов с использованием САРР и САМ приложений в единой информационной среде</p>
	<p>ПК-5. Способен выполнять проектирование технологических операций изготовления деталей средней сложности на станках с ЧПУ.</p>	<p>ПК-5.1 Знает функциональные возможности САМ приложений, выполняет с их использованием проектирование программной обработки деталей средней сложности</p>	<p><b>Знать:</b> Назначение и функциональные возможности САМ приложений. <b>Уметь:</b> Выбирать стратегии и способы проектирования с использованием САМ приложений программной обработки на станках с ЧПУ <b>Владеть:</b> Навыками создания с помощью САМ приложений технологических операций, задания технологических параметров, генерации траектории инструмента и текста управляющей программы для станков с ЧПУ</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция ОПК-6.** Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые системы автоматизированного проектирования производственно-технологической документации машиностроительных производств.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины <sup>1</sup>
1	Системы комплексной автоматизации подготовки машиностроительного производства

**2. Компетенция ПК-1.** Способен обеспечивать технологичность конструкции деталей машиностроения средней сложности.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины <sup>2</sup>
1	Разработка технологических процессов
2	Системы комплексной автоматизации подготовки машиностроительного производства
3	Технологическая (проектно-технологическая) практика

**2. Компетенция ПК-4.** Способен осуществлять разработку с использованием систем автоматизированного проектирования (САД-систем) и систем автоматизированной технологической подготовки производства (САПП-систем) технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины <sup>3</sup>
1	Системы комплексной автоматизации подготовки машиностроительного производства
2	Технологическая (проектно-технологическая) практика

---

<sup>1</sup> В таблице должны быть представлены все дисциплины и(или) практики, которые формируют компетенцию в соответствии с компетентностным планом. Дисциплины и(или) практики указывать в порядке их изучения по учебному плану.

<sup>2</sup> В таблице должны быть представлены все дисциплины и(или) практики, которые формируют компетенцию в соответствии с компетентностным планом. Дисциплины и(или) практики указывать в порядке их изучения по учебному плану.

<sup>3</sup> В таблице должны быть представлены все дисциплины и(или) практики, которые формируют компетенцию в соответствии с компетентностным планом. Дисциплины и(или) практики указывать в порядке их изучения по учебному плану.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 зач. единиц, 360 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 1	Семестр № 2	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	360	138	106	116
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	<b>140</b>	<b>68</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
лекции	17	17		
лабораторные	119	51	34	34
практические				
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации <sup>4</sup>	4		2	2
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	<b>220</b>	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>80</b>
Курсовой проект				
Курсовая работа	36			36
Расчетно-графическое задания				
Индивидуальное домашнее задание				
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	148	70	34	44
Экзамен	36		36	зачет

<sup>4</sup> включают предэкзаменационные консультации (при наличии), а также текущие консультации из расчета 10% от лекционных часов (приводятся к целому числу)

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

#### Курс 1 Семестр 1

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
<b>1. Понятие комплексной компьютерной подготовки производства</b>					
	Основные этапы автоматизации конструкторской и технологической подготовки машиностроительного производства. Современное ПО автоматизации конструкторской и технологической подготовки производства. Требования к ПО. Системы отечественных производителей. Зарубежные системы. Интеграция систем моделирования изделий конструкторской и технологической подготовки производства.	1			1
<b>2. Системы автоматизированной конструкторской подготовки производства</b>					
	Решение задач, связанных с дизайном, конструированием, компьютерным моделированием. Создание цифровых макетов изделий. Получение конструкторской документации на основе твердотельных моделей деталей и сборок.	2		10	20
<b>3. Системы автоматизации инженерных расчетов и инженерного анализа</b>					
	Современный уровень программного обеспечения для инженерного анализа изделий машиностроения. Методы и средства инженерного анализа с использованием современного ПО. Современные САЕ системы. Задачи, решаемые с использованием КЭА. Основные этапы выполнения КЭА.	6		41	49
<b>4. Автоматизированная технологическая подготовка производства.</b>					
	Классификация систем технологической подготовки производства. Программное обеспечение отечественных и зарубежных систем. Комплексные системы технологической подготовки производства. Состав современных систем технологической подготовки производства. Технологические модули. Задачи, решаемые при использовании систем автоматизированной технологической подготовки производства. Системы автоматизации проектирования программной обработки на оборудовании с ЧПУ.	6			
<b>5. Системы управления инженерными данными</b>					
	Современное программное обеспечение автоматизированного управления документацией и инженерными данными (PDM системы). Структура проекта в PDM системах. Интеграция программного обеспечения в системах комплексной автоматизации подготовки производства.	2			
	<b>Всего</b>	<b>17</b>		<b>51</b>	<b>70</b>

## Курс 1 Семестр 2

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
<b>1. Понятие комплексной компьютерной технологической подготовки производства</b>					
	Основные этапы автоматизации конструкторской и технологической подготовки машиностроительного производства. Современное ПО автоматизации конструкторской и технологической подготовки производства. Требования к ПО. Системы отечественных производителей. Зарубежные системы. Интеграция систем моделирования изделий конструкторской и технологической подготовки производства.				
<b>2. Системы автоматизированной конструкторской подготовки производства</b>					
	Решение задач, связанных с дизайном, конструированием, компьютерным моделированием. Создание цифровых макетов изделий. Получение конструкторской документации на основе твердотельных моделей деталей и сборок.				
<b>3. Системы автоматизации инженерных расчетов и инженерного анализа</b>					
	Современный уровень программного обеспечения для инженерного анализа изделий машиностроения. Методы и средства инженерного анализа с использованием современного ПО. Современные CAE системы. Задачи, решаемые с использованием КЭА. Основные этапы выполнения КЭА.				
<b>4. Автоматизированная технологическая подготовка производства.</b>					
	Классификация систем технологической подготовки производства. Программное обеспечение отечественных и зарубежных систем. Комплексные системы технологической подготовки производства. Состав современных систем технологической подготовки производства. Технологические модули. Задачи, решаемые при использовании систем автоматизированной технологической подготовки производства. Системы автоматизации проектирования программной обработки на оборудовании с ЧПУ.			34	70
<b>5. Системы управления инженерными данными</b>					
	Современное программное обеспечение автоматизированного управления документацией и инженерными данными (PDM системы). Структура проекта в PDM системах. Интеграция программного обеспечения в системах комплексной автоматизации подготовки производства.				
	<b>Всего</b>			<b>34</b>	<b>70</b>



## Курс 2 Семестр 3

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
<b>1. Понятие комплексной компьютерной технологической подготовки производства</b>					
	Основные этапы автоматизации конструкторской и технологической подготовки машиностроительного производства. Современное ПО автоматизации конструкторской и технологической подготовки производства. Требования к ПО. Системы отечественных производителей. Зарубежные системы. Интеграция систем моделирования изделий конструкторской и технологической подготовки производства.				
<b>2. Системы автоматизированной конструкторской подготовки производства</b>					
	Решение задач, связанных с дизайном, конструированием, компьютерным моделированием. Создание цифровых макетов изделий. Получение конструкторской документации на основе твердотельных моделей деталей и сборок.				
<b>3. Системы автоматизации инженерных расчетов и инженерного анализа</b>					
	Современный уровень программного обеспечения для инженерного анализа изделий машиностроения. Методы и средства инженерного анализа с использованием современного ПО. Современные CAE системы. Задачи, решаемые с использованием КЭА. Основные этапы выполнения КЭА.				
<b>4. Автоматизированная технологическая подготовка производства.</b>					
	Классификация систем технологической подготовки производства. Программное обеспечение отечественных и зарубежных систем. Комплексные системы технологической подготовки производства. Состав современных систем технологической подготовки производства. Технологические модули. Задачи, решаемые при использовании систем автоматизированной технологической подготовки производства. Системы автоматизации проектирования программной обработки на оборудовании с ЧПУ.			24	60
<b>5. Системы управления инженерными данными</b>					
	Современное программное обеспечение автоматизированного управления документацией и инженерными данными (PDM системы). Структура проекта в PDM системах. Интеграция программного обеспечения в системах комплексной автоматизации подготовки производства.			10	20
	<b>Всего</b>			<b>34</b>	<b>80</b>

## 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Не предусмотрено учебным планом

## 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 1				
1.	Системы автоматизированной конструкторской подготовки производства	Разработка цифровых твердотельных макетов детали.	4	4
2.	Системы автоматизированной конструкторской подготовки производства	Разработка цифровых твердотельных макетов сборочных единиц.	4	4
3.	Системы автоматизации инженерных расчетов и инженерного анализа	Идеализация геометрии для выполнения конечно-элементного анализа в САЕ системах	4	4
4.	Системы автоматизации инженерных расчетов и инженерного анализа	Методы создания 2D конечно-элементных сеток	4	4
5.	Системы автоматизации инженерных расчетов и инженерного анализа	Методы создания 3D конечно-элементных сеток	6	6
6.	Системы автоматизации инженерных расчетов и инженерного анализа	Создания и редактирования FEM моделей деталей.	6	6
7.	Системы автоматизации инженерных расчетов и инженерного анализа	Создание и редактирование FEM моделей сборочных единиц	6	6
8.	Системы автоматизации инженерных расчетов и инженерного анализа	Создание и редактирование расчетных моделей деталей в САЕ приложениях	6	6
9.	Системы автоматизации инженерных расчетов и инженерного анализа	Создание и редактирование расчетных моделей сборочных единиц САЕ приложениях	6	6
10.	Системы автоматизации инженерных расчетов и инженерного анализа	Технологии визуализации и обработки результатов симуляции	5	5
ИТОГО:			51	51

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 2				
1	Автоматизированная технологическая подготовка производства	Создание проекта технологии изготовления в САРР-системе на основе 3D модели и чертежа изделия.	4	4
2	Автоматизированная технологическая подготовка производства	Разработка оптимальных технологических маршрутов изготовления изделия с использованием САРР-систем.	4	4
3	Автоматизированная	Проектирование и выбор вариантов	4	4

	технологическая подготовка производства	технологических операций с использованием САРР-систем.		
4	Автоматизированная технологическая подготовка производства	Создание и управление технологическими переходами.	4	4
5	Автоматизированная технологическая подготовка производства	Расчет и выбор технологических режимов. Корректирована баз данных расчетных модулей.	6	6
6	Автоматизированная технологическая подготовка производства	Нормирование технологических процессов с использованием САРР-систем.	4	4
7	Автоматизированная технологическая подготовка производства	Проектирование сквозных технологических процессов.	4	4
8	Автоматизированная технологическая подготовка производства	Автоматизированное формирование и управление комплектами технологической документации.	4	4
ИТОГО:			34	34

семестр № 3				
1	Автоматизированная технологическая подготовка производства	Программирование токарной обработки в системе NX CAM	2	4
2	Автоматизированная технологическая подготовка производства	Программирование фрезерно-сверильной обработки призматических деталей в NX CAM	4	4
3	Автоматизированная технологическая подготовка производства	Программирование фрезерной 3-х координатной обработки в САМ системах	4	4
4	Автоматизированная технологическая подготовка производства	Программирование токарно-фрезерной обработки в САМ системах	6	6
6	Автоматизированная технологическая подготовка производства	Программирование фрезерной 5-ти осевой обработки в САМ системах	6	6
7	Автоматизированная технологическая подготовка производства	Автоматизация программирования при обработке моноколес	4	4
8	Автоматизированная технологическая подготовка производства	Программирование высокоскоростной обработки в САМ системе	4	4
9	Автоматизированная технологическая подготовка производства	Программирование измерительных циклов с использованием САМ приложений	4	4
ИТОГО:			34	40
ВСЕГО:			119	119

#### **4.4. Содержание курсового проекта/работы<sup>5</sup>**

В процессе выполнения курсового проекта / работы осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудитории и/или посредством электронной информационно-образовательной среды университета.

Целью курсовой работы по дисциплине «Системы комплексной автоматизации подготовки машиностроительного производства» является углубление и расширение теоретических знаний, получение практических навыков решения проектных и расчетных задач на этапе конструкторского и технологического проектирования с использованием интегрированный САПР. Выполнение курсовой работы является самостоятельной комплексной работой студента.

Тематику курсовых работ формируется с учётом предложений предприятий, будущей тематики выпускных квалификационных работ, баз практики, современных тенденций развития в области автоматизированного проектирования.

Типовая формулировка темы курсовой работы – «Автоматизация подготовки производства изделия (*наименование и код изделия*) с использованием интегрированных программных комплексов.

Работа должна содержать анализ существующих средств и подходов, использующихся на этапах технической подготовки производства на предприятии, а также результаты проектирования в виде конструкторской и технологической документации, включая цифровые макеты изделий, сформированные студентом с использованием систем автоматизации конструкторско-технологической подготовки. Курсовая работа состоит из пояснительной записки, графической части и компьютерной презентации результатов работы. Пояснительная записка включает 4 основных раздела.

Первый раздел курсовой работы должен содержать описание функционального назначения и особенностей изделия.

Во втором разделе курсовой работы студент должен представить предложения по организационной структуре технической подготовки на предприятии (базы прохождения практики), номенклатуре выпускаемой продукции, технологического оборудования, (приоритет – оборудование с ЧПУ), по внедрению лицензионных программных и технических средств автоматизации подготовки производства. Включает в себя обоснование выбора модулей САПР для автоматизации задач подготовки производства изделия.

Третий раздел работы должен содержать описание методов и результатов конструкторской подготовки заданного изделия. Основными результатами проектирования должны являться цифровой макет изделия и комплект конструкторской документации (чертежи деталей, сборочных единиц, спецификации), сформированной в соответствии со всеми требованиями ЕСКД.

Четвертый раздел предполагает разработку и моделирование технологических процессов изготовления изделия с последующим формированием технологической документации, включая управляющие программы для и оборудования с ЧПУ.

Графическую часть рекомендуется разрабатывать в объеме 2-х листов формата А1 и формировать с использованием САПР. Содержание листов должно отражать результаты, представленные в каждом из разделов курсовой работы.

#### **4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий<sup>6</sup>**

Не предусмотрено учебным планом

<sup>5</sup> Если выполнение курсового проекта/курсовой работы нет в учебном плане, то в данном разделе необходимо указать «Не предусмотрено учебным планом»

<sup>6</sup> Если выполнение расчетно-графического задания/индивидуального домашнего задания нет в учебном плане, то в данном разделе необходимо указать «Не предусмотрено учебным планом»

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 5.1. Реализация компетенций

**1. Компетенция ОПК-6.** Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые системы автоматизированного проектирования производственно-технологической документации машиностроительных производств.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-6.1. Определяет функциональные возможности современные цифровых системы подготовки производства, определяет состав функциональных модулей и может успешно их использовать при проектировании производственно-технологической документации машиностроительных производств	Экзамен, защита лабораторной работы, дифференцированный зачет при защите курсовой работы, тестовый контроль, собеседование.

**2. Компетенция ПК-1.** Способен обеспечивать технологичность конструкции деталей машиностроения средней сложности.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-1.1. Знает возможности и умеет ставить задачи обеспечения технологичности конструкции деталей машиностроения с использованием CAD/CAE систем, владеет навыками выполнения инженерных расчетов при решении задач повышения технологичности конструкций деталей машиностроения	Экзамен, защита лабораторной работы, дифференцированный зачет при защите курсовой работы, тестовый контроль, собеседование.

**3. Компетенция ПК-4.** Способен осуществлять разработку с использованием систем автоматизированного проектирования (CAD-систем) и систем автоматизированной технологической подготовки производства (CAPP-систем) технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-4.1. Применяет современные методы автоматизированного проектирования при разработке технологичных конструкций деталей машиностроения с использованием интегрированных CAD/CAE систем. ПК-4.2. Выполняет автоматизированное проектирование технологических процессов изготовления машиностроительных изделий с применением CAPP и CAM систем.	Экзамен, защита лабораторной работы, дифференцированный зачет при защите курсовой работы, тестовый контроль, собеседование.

**4. Компетенция ПК-5.** Способен выполнять проектирование технологических операций изготовления деталей средней сложности на станках с ЧПУ.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-5.1. Знает функциональные возможности САМ приложений, выполняет с их использованием проектирование программной обработки деталей средней сложности	Защита лабораторной работы, дифференцированный зачет при защите курсовой работы, тестовый контроль, собеседование.

## 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Понятие комплексной компьютерной технологической подготовки производства	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Место систем автоматизации подготовки машиностроительного производства в жизненном цикле изделия Основные требования к применяемым комплексам конструкторско-технологической подготовки производства</li><li>2. Задачи поэтапной автоматизации подготовки производства</li><li>3. Последовательность реализации поэтапной автоматизации подготовки производства</li><li>4. Состав, назначение систем конструкторской подготовки. Решаемые задачи</li><li>5. Оценка и выбор состава комплекса систем автоматизации КТПП в зависимости от производственных задач</li><li>6. Преимущества использования комплексных систем автоматизации подготовки производства</li></ol>
2	Системы автоматизированной конструкторской подготовки производства	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Требования к системам автоматизированной подготовки конструкторской документации</li><li>2. Классификации современных систем комплексной автоматизации конструкторской подготовки</li><li>3. Системы создания цифровых макетов деталей.</li><li>4. Цели трехмерного твердотельного моделирования.</li><li>5. Основные методы проектирования моделей сборок. Взаимосвязь компонентов в сборке</li><li>6. Обеспечение методов сквозного проектирования при подготовке машиностроительного производства</li></ol>
3	Системы автоматизации инженерных расчетов и инженерного анализа	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Состав и назначение автоматизированных систем инженерного анализа. Виды задач. Решаемых с помощью таких систем</li><li>2. Классификация и характеристики методов инженерного анализа. Приведите методы, реализованные в системах автоматизации инженерных расчетов.</li><li>3. Современные программные пакеты систем автоматизации инженерного анализа.</li><li>4. Дать характеристику возможностей CAE систем. Группы программ инженерного анализа (условная классификация).</li><li>5. Основы конечно-элементного моделирования (сущность метода).</li><li>6. Основные этапы инженерного анализа с использованием CAE систем.</li><li>7. Структура и этапы проведения инженерных расчетов с NX CAE.</li><li>8. Особенности подготовки CAD модели изделия для её использования в CAE приложениях.</li><li>9. Идеализированная модель. Особенности.</li><li>10. Конечно-элементная модель. Состав. Свойства.</li><li>11. Конечно-элементная модель. Особенности создания и редактирование конечно-элементных моделей (КЭМ).</li><li>12. Расчетная модель. Структура. Свойства.</li><li>13. Состав и структура результатов решения расчетной модели (отчет симуляции).</li><li>14. Этапы КЭ анализа в CAE системах (NX CAE).</li></ol>

		<ol style="list-style-type: none"> <li>15. Коллекторы КЭМ. Назначение. Типы.</li> <li>16. Методы создания 3D сеток. Виды 3D сеток. Примеры используемых конечных элементов.</li> <li>17. Методы создания 2D сеток. Виды 2D сеток. Примеры используемых конечных элементов.</li> <li>18. Назначение 1Dконечных элементов. Виды элементов. Примеры используемых конечных элементов.</li> <li>19. Приложение нагрузок в КЭМ. Виды нагрузок и краткая характеристика.</li> <li>20. Назначение ограничений, условия на степени свободы в КЭМ. Виды ограничений.</li> <li>21. Назначение ограничений, условия на степени свободы в КЭМ. Ограничения, задаваемые пользователем (UserDefinedConstraint).</li> <li>22. Типы решаемых задач инженерного анализа в САЕ системах.</li> <li>23. Виды прочностных инженерных анализов. Сущность линейного анализа.</li> <li>24. Виды прочностных инженерных анализов. Сущность нелинейного анализа.</li> <li>25. Виды прочностных инженерных анализов. Сущность динамического анализа конструкций.</li> <li>26. Виды прочностных инженерных анализов. Сущность анализа долговечности и усталости.</li> <li>27. Виды инженерных анализов кинематики. Сущность анализа кинематики твердых и упругих тел. Сущность анализа кинематики упругих тел и проверки столкновений.</li> <li>28. Виды инженерных мульти-физических анализов. Примеры. Сущность.</li> <li>29. Виды инженерной оптимизации в САЕсистемах. Примеры сущность.</li> </ol>
4	Автоматизированная технологическая подготовка производства	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Состав систем автоматизированной технологической подготовки производства.</li> <li>2. Место систем автоматизированной технологической подготовки в структуре цифрового предприятия.</li> <li>3. Структура технологических процессов, используемая в системах Автоматизированной ТПП.</li> <li>4. Методы проектирования техпроцессов. Отличительные особенности. Эффективность.</li> <li>5. Сущность проектирование ТП на основе техпроцесса-аналога.</li> <li>6. Проектирование ТП на основе дублирующей технологии. Дерево технологий.</li> <li>7. Проектирование ТП с использованием БД переходов.</li> <li>8. Проектирование ТП с использованием библиотеки типовых операций.</li> <li>9. Система расчета режимов резания. Назначение. Используемые базы данных.</li> <li>10. Трудовое нормирование технологических операций. Использование баз данных.</li> <li>11. Формирование комплекта технологической документации. Структурная связь параметров технологического процесса с базами данных.</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Требования к САМ приложениям в составе комплекса автоматизации подготовки производства.</li> <li>2. Классификация, структура и состав САМ-систем.</li> <li>3. Функциональные возможности САМ систем.</li> <li>4. Место САМ систем в технологической подготовке производства. Интеграция с САД приложениями.</li> </ol>

		<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Этапы подготовки управляющих программ на основе цифровых макетов деталей с использованием САМ систем.</li> <li>6. Особенности этапа создания операции в САМ системах.</li> <li>7. Особенности программирования фрезерно-сверлильных операций в САМ системах.</li> <li>8. Виды фрезерной обработки, программируемой в САМ системах. Стратегии обработки.</li> <li>9. Особенности программирования токарно-фрезерной обработки в САМ системах.</li> <li>10. Особенности программирования комплексной обработки в САМ системах.</li> <li>11. Использование и редактирование базы данных используемых в САМ системах</li> <li>12. Верификация и симуляция управляющих программ в САМ приложении.</li> <li>13. Использование постпроцессоров для адаптации рабочей программы для различных систем ЧПУ.</li> </ol>
5	Системы управления инженерными данными	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Назначение системы управления инженерными данными и жизненным циклом изделия.</li> <li>2. Особенности организации систем управления инженерными данными.</li> <li>3. Архитектура систем управления жизненным циклом изделия. Интеграция с другими системами.</li> <li>4. Функциональные возможности PDM-систем.</li> <li>5. Методы организации инженерной деятельности на основе использования PLM-технологий</li> </ol>

### 5.2.2. Перечень контрольных материалов

#### для защиты курсового проекта/ курсовой работы

1. Оценка и выбор состава комплекса систем автоматизации КТПП в зависимости от производственных задач
2. Преимущества использования комплексных систем автоматизации подготовки производства
3. Классификации современных систем комплексной автоматизации конструкторской подготовки
4. Системы создания цифровых макетов деталей.
5. Основные методы проектирования моделей сборок. Взаимосвязь компонентов в сборке
6. Обеспечение методов сквозного проектирования при подготовке машиностроительного производства
7. Состав и назначение автоматизированных систем инженерного анализа. Виды задач. Решаемых с помощью таких систем
8. Классификация и характеристики методов инженерного анализа. Приведите методы, реализованные в системах автоматизации инженерных расчетов.
9. Пояснить сущность конечно-элементного моделирования.
10. Основные этапы инженерного анализа с использованием САЕ систем.
11. Структура и этапы проведения инженерных расчетов с NXCAE.
12. Особенности подготовки САД модели изделия для её использования в САЕ приложениях.
13. Идеализированная модель. Особенности.
14. Конечно-элементная модель. Состав. Свойства.
15. Конечно-элементная модель. Особенности создания и редактирование конечно-элементных моделей (КЭМ).
16. Расчетная модель. Структура. Свойства.
17. Состав и структура результатов решения расчетной модели (отчет симуляции).
18. Этапы КЭ анализа в САЕ системах (NX CAE).
19. Коллекторы КЭМ. Назначение. Типы.



20. Методы создания 3D сеток. Виды 3D сеток. Примеры используемых конечных элементов.
21. Методы создания 2D сеток. Виды 2D сеток. Примеры используемых конечных элементов.
22. Назначение 1D конечных элементов. Виды элементов. Примеры используемых конечных элементов.
23. Приложение нагрузок в КЭМ. Виды нагрузок и краткая характеристика.
24. Назначение ограничений, условия на степени свободы в КЭМ. Виды ограничений.
25. Назначение ограничений, условия на степени свободы в КЭМ. Ограничения, задаваемые пользователем (UserDefinedConstraint).
26. Типы решаемых задач инженерного анализа в САЕ системах.
27. Виды прочностных инженерных анализов. Сущность линейного анализа.
28. Виды прочностных инженерных анализов. Сущность нелинейного анализа.
29. Виды прочностных инженерных анализов. Сущность динамического анализа конструкций.
30. Виды прочностных инженерных анализов. Сущность анализа долговечности и усталости.
31. Виды инженерных анализов кинематики. Сущность анализа кинематики твердых и упругих тел. Сущность анализа кинематики упругих тел и проверки столкновений.
32. Виды инженерной оптимизации в САЕ системах. Примеры сущность.
33. Назначение САМ систем. Требования.
34. Функциональные возможности САМ систем.
35. Задачи, решаемые с использованием САМ систем.
36. Дать краткий обзор современных САМ систем.
37. Место САМ систем в технологической подготовке производства.
38. Этапы подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ с использованием САМ систем.
39. Подготовка и выбор геометрии обрабатываемой детали и заготовки.
40. Особенности этапа создания операции в САМ системах.
41. Виды обработки, программируемые с использованием САМ систем.
42. Особенности программирования фрезерной обработки в САМ системах.
43. Виды фрезерной обработки, программируемой в САМ системах. Стратегии обработки.
44. Особенности программирования токарной обработки в САМ системах.
45. Виды токарной обработки, программируемой в САМ системах. Стратегии обработки.
46. Особенности программирования комплексной обработки в САМ системах.
47. Базы данных используемые в САМ системах
48. Раскрыть задачи визуализации обработки на станках с ЧПУ.
49. Использование постпроцессоров для адаптации рабочей программы для различных систем ЧПУ.
50. Назначение системы управления инженерными данными и жизненным циклом изделия.
51. Особенности организации систем управления инженерными данными.
52. Архитектура систем управления жизненным циклом изделия. Интеграция с другими системами.
53. Функциональные возможности PDM-систем.

### **5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре**

**Текущий контроль** осуществляется в течение семестра в форме выполнения и защиты лабораторных работ, этапов выполнения курсовой работы.

Примерный перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ представлен в таблице.

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
1	Разработка цифровых твердотельных макетов	1. Какими параметрами характеризуется цифровой макет изделия?

	детали.	<p>2. Требования ГОСТ к цифровым макетам деталей?</p> <p>3. Укажите возможности параметрических цифровых макетом деталей?</p> <p>4. Какими параметрами в цифровой модели задается точность детали?</p> <p>5. Какими средствами обеспечивается задание технологических параметров в цифровом макете детали?</p>
2	Разработка цифровых твердотельных макетов сборочных единиц.	<p>1. Особенности создания цифровых макетов сборочных единиц.</p> <p>2. Методы проектирования цифровых макетов сборочных единиц в САД приложениях.</p> <p>3. Методы и возможности контекстного редактирования цифровых макетов сборочных единиц.</p> <p>4. Способы задания точности расположения компонентов в цифровых макетах изделий.</p> <p>5. Средства анализа геометрических цифровых макетов сборочных единиц.</p>
3	Идеализация геометрии для выполнения конечно-элементного анализа в САЕ системах	<p>1. Назначение и задачи идеализации геометрических моделей в САЕ системах.</p> <p>2. Средства идеализации геометрических моделей в NX САЕ.</p> <p>3. Средства ассоциативной связи, идеализированной и конечно-элементной моделей в NX САЕ.</p> <p>4. Виды геометрических объектов, изменяемых средствами идеализации модели в NX САЕ.</p> <p>5. Методика использования средств прямого редактирования для идеализации геометрии цифровых макетов деталей в NX САЕ.</p>
4	Методы создания 2D конечно-элементных сеток	<p>1. Назначение 2D конечных элементов.</p> <p>2. Основные типы 2D конечных элементов в САЕ приложениях.</p> <p>3. Основные типы 2D сеток в конечно-элементных моделях NX САЕ.</p> <p>4. Отличительные особенности 2D регулярной и 2D нерегулярной сеток в конечно-элементных моделях NX САЕ.</p> <p>5. Особенности 2D зависимых сеток в FEM.</p> <p>6. Методика создания 2D зависимых сеток в конечно-элементных моделях NX САЕ.</p> <p>7. Создание оболочечных 2D сеток на основе 3D сеток в в конечно-элементных моделях NX САЕ.</p>
5	Методы создания 3D конечно-элементных сеток	<p>1. Назначение 3D конечных элементов</p> <p>2. Основные типы 3D конечных элементов в САЕ приложениях.</p> <p>3. Основные типы 3D сеток в конечно-элементных моделях NX САЕ.</p> <p>4. Характеристики 3D тетраэдральных элементов, используемых в конечно-элементных моделях.</p> <p>5. Характеристики 3D гексаэдральных элементов, используемых в конечно-элементных моделях</p> <p>6. Возможности управления параметрами при создании 3D тетраэдральных сеток в NX САЕ.</p>

		<p>7. Возможности управления параметрами при создании 3D гексаэдральных сеток в NX CAE.</p> <p>8. Основные правила при генерации 3D гексаэдральных сеток в NX CAE</p> <p>9. Возможности управления параметрами сетки на ребрах конечно-элементных моделей при создании 3D сеток</p>
6	Создания и редактирования FEM моделей деталей.	<p>10. Основные этапы создания FEM на основе CAD модели в NX CAE.</p> <p>11. Перечислить команды (операции) создания 2D сеток.</p> <p>12. Перечислить команды (операции) создания 3D сеток.</p> <p>13. Команды создания FEM.</p> <p>14. В чем заключается ассоциативная связь конечно-элементной и идеализированной моделей?</p> <p>15. Методика задание физических свойств модели.</p>
7	Создание и редактирование FEM моделей сборочных единиц	<p>1. Способы создания КЭ моделей сборок.</p> <p>2. Особенности и этапы ассоциативного способа создания КЭ моделей сборок.</p> <p>3. Особенности и этапы не ассоциативного способа создания КЭ моделей сборок.</p> <p>4. Инструменты (возможности) связи КЭ компонентов в единую КЭ модель сборки.</p> <p>5. Особенности редактирование КЭ моделей сборок.</p>
8	Создание и редактирование расчетных моделей деталей в CAE приложениях	<p>1. Структура расчетной модели в NX CAE.</p> <p>2. Назначение контейнеров нагрузок в NX CAE.</p> <p>3. Назначение контейнеров ограничений в NX CAE.</p> <p>4. Какие объекты модели можно использовать для приложения нагрузок и ограничений.</p> <p>5. Команды создания файла (модели) симуляции в NX CAE.</p> <p>6. Состав файла симуляции. Добавление и редактирование данных файла симуляции (расчетной модели).</p> <p>7. Методика создания решения в расчетной модели приложения NX CAE.</p> <p>8. Как возможно изменить параметры решения в расчетной модели приложения NX CAE.</p> <p>9. Виды и команды задания ограничений в расчетных моделях в зависимости от вида расчета.</p> <p>10. Виды и команды задания нагрузок в расчетных моделях в зависимости от вида расчета.</p> <p>11. Особенности приложения нагрузок «сила» и «момент».</p> <p>12. Особенности приложения нагрузок «давление» и «центробежное давление».</p> <p>13. Особенности приложения нагрузок «сила тяжести» и «центробежная нагрузка».</p> <p>14. Особенности задания «пользовательских» ограничений</p> <p>15. Особенности задания «шарнирных» ограничений.</p>
9	Создание и редактирование расчетных моделей сборочных единиц CAE приложениях	<p>1. Структура расчетной модели в NX CAE.</p> <p>2. Назначение контейнеров нагрузок в NX CAE.</p> <p>3. Назначение контейнеров ограничений в NX CAE.</p> <p>4. Какие объекты модели сборки можно использовать для приложения нагрузок и ограничений.</p> <p>5. Методика создания решения в расчетной модели сборки</p>

		<p>приложения NX CAE.</p> <p>6. Как возможно изменить параметры решения в расчетной модели приложения NX CAE.</p> <p>7. Виды и команды задания ограничений в расчетных моделях сборок.</p> <p>8. Виды и команды задания нагрузок в расчетных моделях сборок.</p> <p>9. Особенности приложения нагрузок «вынуждающее перемещение».</p> <p>10. Особенности приложения нагрузок «пространственный шарнир».</p> <p>11. Особенности приложения нагрузок «сила тяжести» и «центробежная нагрузка».</p> <p>12. Задание условий контактного взаимодействия.</p> <p>13. Задание условий соединения поверхностей.</p> <p>14. Особенности задания ограничений «предварительная затяжка болта».</p>
10	Технологии визуализации и обработки результатов симуляции	<p>1. Команды проверки и запуска решений.</p> <p>2. Возможности просмотра результатов выполненного анализа.</p> <p>3. Управление видом модели в постпроцессорной подготовке.</p> <p>4. Возможности настройки отображения результатов анализа в NX CAE.</p> <p>5. Возможности настройки отображения результатов анализа</p> <p>6. Экспорт данных результатов расчета.</p>
1	Создание проекта технологии изготовления в CAPP-системе на основе 3D модели и чертежа изделия.	<p>1. Состав систем автоматизированной технологической подготовки производства.</p> <p>2. Место систем автоматизированной технологической подготовки в структуре цифрового предприятия.</p> <p>3. Структура технологических процессов, используемая в системах Автоматизированной ТПП.</p> <p>4. Методы проектирования техпроцессов. Отличительные особенности. Эффективность.</p>
2	Разработка оптимальных технологических маршрутов изготовления изделия с использованием CAPP-систем.	<p>12. Сущность проектирование ТП на основе техпроцесса-аналога.</p> <p>13. Проектирование ТП на основе дублирующей технологии. Дерево технологий.</p> <p>14. Проектирование ТП с использованием БД переходов.</p> <p>15. Проектирование ТП с использованием библиотеки типовых операций.</p> <p>16. Система расчета режимов резания. Назначение. Используемые базы данных.</p>
3	Проектирование и выбор вариантов технологических операций с использованием CAPP-систем.	<p>1. Показать особенности и методику применения технологических баз данных при проектировании переходов в CAPP приложениях.</p> <p>2. Перечислить основные технологические базы данных, используемые в CAPP приложениях.</p> <p>3. Особенности подключения эскизов к переходам в технологии в CAPP приложениях.</p> <p>4. Поясните методику и способы подключения технологических эскизов в CAPP приложениях.</p>

		5. Описать методику использования баз данных при поиске и выборе технологической оснастки.
4	Создание и управление технологическими переходами.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Способы создания текстовой части переходов.</li> <li>2. Редактирование текстовой части переходов. Создание размерных величин в тексте перехода.</li> <li>3. Копирование и перенос содержания переходов в рамках одной технологии.</li> <li>4. Копирование содержания переходов из разных технологий с использованием дерева технологии.</li> <li>5. Сохранение одного или нескольких переходов в базе данных.</li> <li>6. Дублирование переходов в различных технологических процессах.</li> </ol>
5	Расчет и выбор технологических режимов. Корректирована баз данных расчетных модулей.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Показать особенности и методику применения технологических расчетных модулей при назначении режимов резания.</li> <li>2. Какая информация должна присутствовать в технологии для выполнения автоматизированного расчета режимов резания.</li> <li>3. Перечислить технологические базы данных, используемые в САПР приложениях для назначения режимов резания.</li> <li>4. Особенности подключения эскизов к переходам в технологии в САПР приложениях.</li> <li>5. Поясните методику и способы создания технологических эскизов в САПР приложениях.</li> <li>6. Описать методику использования расчетных модулей при расчетах технологических режимов.</li> <li>7. Способы создания текстовой части переходов.</li> <li>8. Перечислить исходную информацию для выполнения расчетов технологических режимов в САПР приложениях.</li> </ol>
6	Нормирование технологических процессов с использованием САПР-систем.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Назначение модулей технологического нормирования в САПР-системах.</li> <li>2. Какая исходная информация используется при выполнении технологического нормирования в САПР системах?</li> <li>3. Особенности использования модулей технологического нормирования.</li> <li>4. Какие базы данных могут использоваться при выполнении технологического нормирования в САПР системах?</li> <li>5. Перечислите основные этапы при выполнении технологического нормирования в САПР системах.</li> </ol>
7	Автоматизированное формирование и управление комплектами технологической документации.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. На каком этапе разработки ТП возможно формирование комплекта технологической документации?</li> <li>2. Показать способы настройки комплектов технологической документации.</li> <li>3. Чем определяется количество формируемых карт эскизов для одной операции в САПР ТП.</li> <li>4. Показать возможности экспорта комплектов технологической документации в САПР ТП.</li> <li>5. Способы редактирования сформированной технологической документации.</li> </ol>
1	Программирование токарной обработки в системе NX САМ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что является исходной информацией при проектировании токарной обработки в САМ приложении?</li> <li>2. Этапы подготовки управляющих программ для токарной обработки с использованием САМ приложений.</li> <li>3. Какие особенности назначения геометрии обрабатываемой детали и заготовки.</li> </ol>

		<p>4. Какие виды токарной обработки (операций) проектируются в NX CAM.</p> <p>5. Методика задания геометрии при проектировании контурных токарных операций в САМ модулях (системах)</p> <p>6. Перечислите последовательность действий при программировании токарной обработки в NX CAM</p> <p>7. Особенности (две возможности) ориентации системы координат станка (СКС) в NX CAM.</p> <p>8. Рабочая система координат (РСК)</p> <p>9. Перечислите возможности выбора типа заготовки при программировании токарной обработки в NX CAM.</p> <p>10. Какие возможности ограничения области резания в NX CAM?</p> <p>11. Перечислите основные шаблоны (типы) операций осевого сверления при программировании токарной обработки в NX CAM.</p>
2	<p>Программирование фрезерно-сверлильной обработки призматических деталей в NX CAM</p>	<p>1. Что является исходной информацией при проектировании фрезерно-сверлильной обработки в САМ приложении?</p> <p>2. Основные этапы подготовки управляющих программ для фрезерной обработки с использованием САМ приложений.</p> <p>3. Какие особенности назначения геометрии обрабатываемой детали и заготовки при проектировании фрезерной обработки в САМ модуле.</p> <p>4. Какие стратегии обработки (операции) используются при проектировании фрезерования в NX CAM.</p> <p>5. Методика задания геометрии при проектировании фрезерно-сверлильных операций в NX CAM.</p> <p>6. Перечислите последовательность действий при программировании обработки граней с отверстиями в NX CAM</p> <p>7. Какие возможности ограничения области резания в NX CAM?</p>
3	<p>Программирование фрезерной 3-х координатной обработки в САМ системах</p>	<p>1. Геометрические основы формирования траектории движения инструмента при 3-х координатной обработке с фиксированной осью инструмента.</p> <p>2. Перечислить способы формирования управляющей геометрии при 3-х координатной обработке с фиксированной осью в NX CAM.</p> <p>3. Перечислить и объяснить основные методы задания управляющей геометрии для 3-х координатной обработки с фиксированной осью в NX CAM.</p> <p>4. Указать основные шаблоны резания при настройке траектории для контурной 3-х координатной обработки с фиксированной осью в NX CAM.</p> <p>5. Параметры настройки вспомогательных перемещений для контурной 3-х координатной обработки с фиксированной осью в NX CAM.</p> <p>6. Возможности настройки параметров врезания, погружения и переходов между контурами при контурной 3-х координатной обработке с фиксированной осью в NX CAM.</p> <p>7. Особенности настройки многопроходной контурной 3-х координатной обработки с фиксированной осью в NX CAM.</p> <p>8. Параметры контурной 3-х координатной обработки с параметром управления по линиям «потока» (STREAMLINE) в NX CAM.</p> <p>9. Сущность операции контурной 3-х координатной обработки с настройкой обработки поднутрений (в NX CAM).</p>

		10. Основные параметры управления при настройке 3-х координатных контурных операций для доработки углов.
4	Программирование токарно-фрезерной обработки в САМ системах	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Описать типовую последовательность проектирования токарно-фрезерной обработки в NX САМ.</li> <li>2. Описать структуру настройки иерархической группы геометрии при проектировании токарно-фрезерной обработки с вспомогательным шпинделем.</li> <li>3. Особенности задания системы координат станка?</li> <li>4. Стратегии определения заготовки при программировании токарно-фрезерной обработки в NX САМ</li> <li>5. Описать цели и методику задания перемещений маневрирования и плоскостей ограничений при проектировании токарно-фрезерной обработки в NX САМ.</li> <li>6. Описать содержание и необходимость этапов “Создания программы”, “Генерации траектории” и “Симуляция обработки” для токарно-фрезерной обработки в NX САМ</li> </ol>
5	Программирование фрезерной 5-ти осевой обработки в САМ системах	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Привести примеры 5-осевой позиционной обработки.</li> <li>2. Виды 5-осевой обработки. Их особенности.</li> <li>3. Использование вспомогательных систем координат при 5-осевой обработке.</li> <li>4. В чем особенность 3-х осевых контурных операций при 5-осевой позиционной обработке.</li> <li>5. Возможности симуляции станка.</li> <li>6. Особенности 5-осевой непрерывной обработки.</li> <li>7. Привести примеры использования 5-осевой непрерывной обработки.</li> <li>8. Перечислить основные операции, применяемые при 5-осевой непрерывной обработке в NX САМ.</li> <li>9. Методика и параметры 5-осевой операции с переменным контуром.</li> <li>10. Методика и параметры 5-осевой операции с управлением вдоль потока.</li> <li>11. Методика и параметры 5-осевой операции с управлением «профиль по контуру».</li> <li>12. Методика выбора и ориентации оси инструмента при 5-осевой операции переменным контуром.</li> <li>13. Особенности 5-осевой операции с переменным контуром с управлением «вдоль потока»</li> </ol>
6	Автоматизация программирования при обработке моноколес	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Назначение специализированного модуля «MULTIBLADE MACHINING» в NX САМ.</li> <li>2. Особенности задания геометрии при программировании операций по обработке моноколес в NX САМ.</li> <li>3. Перечислить этапы (операции) при программировании обработки моноколес в NX САМ.</li> <li>4. Специфика и возможности черновой обработки моноколеса (Multiblade Roughing) в NX САМ.</li> <li>5. Специфика и параметры чистовой обработки лопатки (Blade Finishing) в NX САМ.</li> <li>6. Специфика и параметры чистовой обработки ступицы (Hub Finishing) в NX САМ.</li> <li>7. Особенности чистовой обработки скруглений (Blend Finishing) в NX САМ.</li> </ol>
7	Программирование высокоскоростной обработки в САМ системе	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. В каких случаях технологически обосновано применения высокоскоростной обработки (BCO).</li> <li>2. Технологические особенности программирования высокоскоростной обработки.</li> <li>3. Перечислить специализированные стратегии, используемые</li> </ol>

		<p>при программировании ВСО в NX CAM.</p> <p>4. Особенности применения и сущность трохоидального шаблона резания при программировании ВСО.</p> <p>5. Особенности и параметры программирования ВСО при фрезеровании погружением.</p>
8	Программирование измерительных циклов с использованием САМ приложений	<p>1. Назначение измерительных операций в NX CAM.</p> <p>2. Перечислить примеры решаемых задач при программировании измерений в САМ системах.</p> <p>3. Привести основные операции измерений в NX CAM.</p> <p>4. Привести методику и параметры операций измерения точки в NX CAM.</p> <p>5. Привести методику и параметры операций измерения цилиндра в NX CAM.</p> <p>6. Возможности использования результатов измерений.</p>

#### 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена, дифференцированного зачета, дифференцированного зачета при защите курсового проекта/работы используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично<sup>7</sup>.

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Выбирать виды и состав современных цифровых программных средств, и использовать функциональные возможности для автоматизации подготовки производства.
	Правильно ставить задачи повышения технологичности конструкции на основе их инженерного анализа.
	Умение разрабатывать конструкции и технологические процессы на основе применения интегрированных программных средств
	Умение выбирать стратегии и способы проектирования программной обработки в САМ приложениях
Навыки	Владение навыками автоматизированного проектирования производственно-технологической документации
	Владение навыками использования CAE систем при выполнении инженерного анализа технологичности конструкций деталей машиностроения
	Владение навыками проектирования деталей и сборочных единиц и технологий изготовления изделий с использованием CAD и CAPP систем
	Владение навыками создания с помощью САМ приложений технологических процессов механической обработки деталей средней сложности

<sup>7</sup> В ходе текущей аттестации могут быть использованы балльно-рейтинговые шкалы.



### Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов	Не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Выбирать виды и состав современных цифровых программных средств, и использовать функциональные возможности для автоматизации	Не знает содержание курса. Не умеет выбирать виды и состав современных цифровых программных средств, и использовать функциональные	Умеет выбирать виды и состав современных цифровых программных средств, и использовать функциональные возможности для автоматизации	Умеет выбирать виды и состав современных цифровых программных средств, и использовать функциональные возможности для автоматизации	Умеет правильно выбирать виды и состав современных цифровых программных средств, и использовать функциональные возможности для

подготовки производства	возможности для автоматизации подготовки	подготовки , но часто делает ошибки	подготовки, но иногда допускает практические ошибки	автоматизации подготовки
Правильно ставить задачи повышения технологичности конструкции на основе их инженерного анализа	Не знает как ставить задачи повышения технологичности конструкции на основе их инженерного анализа	Умеет ставить задачи повышения технологичности конструкции на основе их инженерного анализа, но часто делает ошибки	Умеет ставить задачи повышения технологичности конструкции на основе их инженерного анализа, но иногда допускает практические ошибки	Умеет правильно ставить задачи повышения технологичности конструкции на основе их инженерного анализа
Умение разрабатывать конструкции изделий и технологические процессы на основе применения интегрированных программных средств	Допускает грубые ошибки при разработке конструкции изделий и технологических процессов на основе применения интегрированных программных средств	Допускает не значительные ошибки при разработке конструкции изделий и технологических процессов на основе применения интегрированных программных средств	Не допускает разработке конструкции изделий и технологических процессов на основе применения интегрированных программных средств	Самостоятельно оценивает проверяет и анализирует результаты разработки конструкций изделий и технологических процессов на основе применения интегрированных программных средств. Умеет делать правильные выводы
Умение выбирать стратегии и способы проектирования программной обработки в САМ приложениях	Не способен выбирать стратегии и способы проектирования программной обработки в САМ приложениях	Не достаточно правильно выбирает стратегии и способы проектирования программной обработки в САМ приложениях	В основном правильно выбирает стратегии и способы проектирования программной обработки в САМ приложениях	Умеет правильно и обоснованно выбирать стратегии и способы проектирования программной обработки в САМ приложениях

### Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение навыками автоматизированного проектирования производственно-технологической документации	Не обладает навыками автоматизированного проектирования производственно-технологической документации	Обладает навыками автоматизированного проектирования производственно-технологической документации, но часто допускает ошибки	Обладает навыками автоматизированного проектирования производственно-технологической документации, но иногда допускает ошибки	Полностью обладает навыками автоматизированного проектирования производственно-технологической документации
Владение навыками использования	Не владеет навыками использования	Не достаточно уверенно применяет навыки	Владение навыками использования	Уверенно владеет навыками использования

САЕ систем при выполнении инженерного анализа технологичности конструкций деталей машиностроения	САЕ систем при выполнении инженерного анализа технологичности конструкций деталей машиностроения	использования САЕ систем при выполнении инженерного анализа технологичности конструкций деталей машиностроения	САЕ систем при выполнении инженерного анализа технологичности конструкций деталей машиностроения, но иногда допускает ошибки	САЕ систем при выполнении инженерного анализа технологичности конструкций деталей машиностроения
Владение навыками проектирования деталей, сборочных единиц и технологий изготовления изделий с использованием САД и САРР систем	Не владеет навыками проектирования деталей, сборочных единиц и технологий изготовления изделий с использованием САД и САРР систем	Не достаточно уверенно владеет навыками проектирования деталей, сборочных единиц и технологий изготовления изделий с использованием САД и САРР систем	Самостоятельно выполняет трудовые действия по проектированию деталей, сборочных единиц и технологий изготовления изделий с использованием САД и САРР систем, с консультациями наставника	Полностью самостоятельно выполняет трудовые действия по проектированию деталей, сборочных единиц и технологий изготовления изделий с использованием САД и САРР систем
Владение навыками создания с помощью САМ приложений технологических процессов механической обработки деталей средней сложности	Не владеет навыками создания с помощью САМ приложений технологических процессов механической обработки деталей средней сложности	Владеет навыками создания с помощью САМ приложений технологических процессов механической обработки деталей средней сложности, но часто допускает ошибки	Владеет навыками создания с помощью САМ приложений технологических процессов механической обработки деталей средней сложности, но иногда допускает ошибки	Уверенно владеет навыками создания с помощью САМ приложений технологических процессов механической обработки деталей средней сложности, проявляет творческий подход

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Специализированная аудитория для проведения лекционных занятий УК №4, №305.	Специализированная мебель, мультимедийный проектор с интерактивной доской, ПК.
4	Специализированная лаборатория САПР для курсового и дипломного проектирования УК№4, №308	Специализированная мебель, компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.
4	Специализированная лаборатория САПР для курсового и дипломного проектирования УК№4, №313	Специализированная мебель, компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.
5	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель, компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.

### 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Windows 10 Pro	Подписка Microsoft Imagine Premiumid: 6f22ecb4-6882-420b-a39b-afba0ace820c. Срок действия до 01.05.2019.
2	Microsoft Office 2016	Соглашение №V6328633. Срок действия до 31.10.2020
3	Учебный комплект КОМПАС-3D V18	Лицензионное соглашение МЦ-МЦ-18-00521 от 13.11.2018
4	Учебный комплект ВЕРТИКАЛЬ 2018	Лицензионное соглашение МЦ-19-00059 от 11.02.2019
5	NX (CAD/CAM/CAE) 7.5	Перечень лицензий SIEMENS для БГТУ им. Шухова (соглашение №1114/16 от 24.11.2016).
6	Модуль ЧПУ. Токарная обработка. Фрезерная обработка. (приложение для КОМПАС-3D v18) Учебная лицензия	Лицензионное соглашение МЦ-19-00146 от 28.11.2019
7	Учебный комплект КОМПАС-3D V15	Лицензионное соглашение МЦ-11-00610 от 06.12.2011

### **6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов**

#### **Перечень основной литературы**

1. Хуртасенко, А.В. Автоматизированная технологическая подготовка в машиностроении: учеб. пособие / А.В. Хуртасенко, М.Н. Воронкова, И.В. Маслова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. – 180 с. – Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2016053115423583300000652185>
2. Хуртасенко А. В. Автоматизированная конструкторско-технологическая подготовка в машиностроении: учебно-практическое пособие для студентов направлений 15.03.01 - Машиностроение, 15.03.05 - Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, специальности 15.05.01 - Проектирование технологических комплексов механосборочных производств. Ч.1. Автоматизированная конструкторская подготовка / А. В. Хуртасенко, М. Н. Воронкова. - Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2017 – 170 с. Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2017110112290722800000658564>
3. Хуртасенко А. В. Компьютерное твердотельное 3D-моделирование: практикум: учеб. пособие для студентов направлений бакалавриата 15.03.01, 15.03.05, магистратуры 151900.68 и специальности 15.05.01 / А. В. Хуртасенко, И. В. Маслова. - Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2014. – 127 с. Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2015012112352802100000651536>
4. Хуртасенко А. В. Основы автоматизированной конструкторско-технологической подготовки в машиностроении: метод. рекомендации к выполнению курсовой работы для студентов направления бакалавриата 15.03.05 / Хуртасенко А. В., Воронкова М. Н. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2015. – 20 с. Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2016032209181147900000658116>
5. Хуртасенко А. В. Основы автоматизированной конструкторско-технологической подготовки в машиностроении: метод. рекомендации к выполнению курсовой работы для студентов направления бакалавриата 15.03.05 / Хуртасенко А. В., Воронкова М. Н. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2015. – 20 с.
6. Основы программирования фрезерной обработки деталей на станках с ЧПУ в системе «Sinumerik» [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А.Н. Поляков [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2014.– 198 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33646>. – ЭБС «IPRbooks»
7. Губич, Л.В. Информационные технологии поддержки жизненного цикла изделий машиностроения: проблемы и решения / Л.В. Губич, И.В. Емельянович, Н.И. Петкевич ; под ред. О.Н. Пручковской. - Минск : Белорусская наука, 2010. - 286 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12300>

#### **Перечень дополнительной литературы**

1. Хуртасенко А. В. Компьютерное твердотельное 3D-моделирование : практикум : учеб. пособие для студентов направлений бакалавриата 15.03.01, 15.03.05, магистратуры 151900.68 и специальности 15.05.01 / А. В. Хуртасенко, И. В. Маслова. - Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2014. – 127 с. Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2015012112352802100000651536>
2. Основы программирования фрезерной обработки деталей на станках с ЧПУ в системе «Sinumerik»: учебное пособие / А.Н. Поляков, А.Н. Гончаров, А.И. Сердюк, А.Д. Припадчев; Министерство образования и науки Российской Федерации. - Оренбург: ОГУ, 2014. - 198 с. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=330561>
3. Ельцов М.Ю. Основы расчета изделия на прочность в приложении NX Расширенная симуляция [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ельцов М.Ю., Хахалев П.А. – Электрон. текстовые данные. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2014. – 207 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/49716>. – ЭБС «IPRbooks»

4. Поляков, А.Н. Расчет несущих систем станков в CAE-системе Ansys : учебное пособие / А.Н. Поляков, С. Каменев, К. Романенко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург : ОГУ, 2013. - 190 с. Режим доступа: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259325](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259325) (18.01.2017).

#### **6.4. Перечень интернет ресурсов**

1. [https://www.plm.automation.siemens.com/ru\\_ru/about\\_us/russian\\_books.shtml](https://www.plm.automation.siemens.com/ru_ru/about_us/russian_books.shtml) – Книги по программным продуктам NX™, Teamcenter® и Solid Edge® на русском языке
2. <http://www.arctic-cooler.com/comptechnology86.htm> – сайт посвященный вопросам использования компьютерных технологий в подготовке машиностроительного производства;
3. <http://techlibrary.ru> – техническая библиотека ;
4. <http://window.edu.ru> – электронная библиотека научно-технической литературы;
5. <http://www.unilib.neva.ru/rus/lib/resources/elib> – библиотека СПбГТУ;
6. <http://www.techlit.ru> – библиотека нормативно-технической литературы;
7. <http://www.unilib.neva.ru/rus/lib/resources/elib> – библиотека СПбГТУ;
8. <http://www.ascon.ru> – официальный сайт группы компаний «АСКОН» - производителя интегрированной САПР КОМПАС;
9. <http://www.intermech.ru> – официальный сайт НПП «Интермех» - разработчика интегрированной САПР Интермех;
10. <http://www.cad.ru/ru/> – информационный портал «Все о САПР» - содержит новости рынка САПР, перечень компаний-производителей (в т. ч. ссылки на странички) - CAD, CAM, CAE, PDM, GIS, подробное описание программных продуктов;
11. <http://elibrary.rsl.ru> – электронная библиотека РГБ;
12. <http://support.ascon.ru/download/documentation/> документация на официальном сайте группы компаний «АСКОН»
13. [http://media.plm.automation.siemens.com/ru\\_ru/nx/book/NX-CAE-book.pdf](http://media.plm.automation.siemens.com/ru_ru/nx/book/NX-CAE-book.pdf) – NX Advanced Simulation. Инженерный анализ
14. [http://media.plm.automation.siemens.com/ru\\_ru/nx/book/Prakticheskoe\\_Ispolzovanie\\_NX\\_book.pdf](http://media.plm.automation.siemens.com/ru_ru/nx/book/Prakticheskoe_Ispolzovanie_NX_book.pdf) – . Практическое использование NX
15. [http://media.plm.automation.siemens.com/ru\\_ru/nx/book/NX-CAM-book.pdf](http://media.plm.automation.siemens.com/ru_ru/nx/book/NX-CAM-book.pdf) – Основы NX CAM