

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



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**дисциплины**

**Системы поддержки жизненного цикла изделия**

Специальность:

15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов

Специализация:

Проектирование технологических комплексов  
механосборочных производств

Квалификация

инженер

Форма обучения

Очная

**Институт:** Технологического оборудования и машиностроения

**Выпускающая кафедра:** Технологии машиностроения

Белгород – 2022

Рабочая программа составлена на основании требований:


▪ Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов», утвержденное приказом Минобрнауки РФ от 09 августа 2021 г. № 732

▪ плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2022 году.

Составитель: к.т.н., доцент  (А.В.Хуртасенко)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

«22» апреля 2022 г. прот. № 9

Заведующий кафедрой: д-р. техн. наук, доцент  (Т.А. Дююн)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

«28» апреля 2022 г. прот. № 8

Председатель  (Горшков П.С.)

## 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 понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-6.3 Применяет программное обеспечение, предназначенное для инженерного анализа конструкций на этапе проектирования в жизненном цикле изделий машиностроения	<p><b>Знать:</b> Функциональные возможности современных программных средств (САЕ-систем) предназначенных для автоматизации инженерных расчетов</p> <p><b>Уметь:</b> Выбирать виды и состав современных цифровых программных средств и методик выполнения инженерных расчетов при решении задач профессиональной деятельности</p> <p><b>Владеть:</b> Навыками исследования конструкций изделий на основе инженерного анализа в САЕ приложениях при проектировании технологичных деталей и сборочных единиц</p>
		ОПК-6.4. Разрабатывает цифровые макеты изделий машиностроения и на их основе создает проектно-конструкторскую документацию	<p><b>Знать:</b> Функциональные возможности современных САД-систем, предназначенных для автоматизации конструкторской подготовки</p> <p><b>Уметь:</b> Выбирать виды и состав современных САД-систем, разрабатывать цифровые макеты изделий машиностроения на этапе конструкторской подготовки</p> <p><b>Владеть:</b> Навыками и методиками разработки цифровых 3D моделей изделий машиностроения, задания требуемых физико-механических свойств, создания технических условий, взаимодействий и атрибутов, формирования</p>

			рабочих и сборочных чертежей и спецификаций на основе ЭМИ
Профессиональные компетенции	ПК-9. Способен решать профессиональные задачи по разработке с использованием CAD-, CAPP-систем технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности	ПК-9.1. Выполняет с применением CAD-, CAE-систем анализ технологичности конструкции, технических требований, внесение изменений в конструкции машиностроительных изделий средней сложности с целью повышения их технологичности	<p><b>Знать:</b> Современные CAD-, CAE-системы, их функциональные возможности для проектирования геометрических 2D- и 3D-моделей машиностроительных изделий средней сложности, Основные принципы работы в современных CAD-системах.</p> <p><b>Уметь:</b> Использовать CAD-системы для выявления нетехнологичных элементов конструкции машиностроительных изделий средней сложности, разрабатывать с их применением предложения и вносить изменения по повышению технологичности конструкции машиностроительных изделий средней сложности.</p> <p><b>Владеть:</b> Навыками применения функциональных возможностей CAD-, CAE-систем для разработки геометрических моделей новых конструкций изделий их анализа, редактирования и изменения их параметров.</p>
		ПК-9.2. Выполняет разработку с применением CAD-, CAPP-систем технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности	<p><b>Знать:</b> Назначение CAPP-системы, их функциональные возможности для проектирования технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности, принципы построения технологических процессов с применением CAPP-систем, особенности</p>

			<p>интеграции САD- и САPP-систем.  <b>Уметь:</b>  Использовать САPP-системы для разработки маршрутных и операционных технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности  <b>Владеть:</b>  Навыками получения исходных данных для технологического проектирования с использованием 2D- и 3D-моделей, формирования технологических процессов, разработки и редактирования технологических операций изготовления машиностроительных изделий.</p>
		<p>ПК-9.3. Выполняет выбор с применением САPP-систем технологических режимов технологических операций, норм времени при проектировании технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности</p>	<p><b>Знать:</b>  Методика расчета и выбора технологических режимов технологических операций изготовления машиностроительных изделий средней сложности с применением САPP-систем.  Методика расчета норм времени для технологических операций изготовления машиностроительных изделий средней сложности с применением САPP-систем.  <b>Уметь:</b>  Использовать САPP-системы для выбора и расчета технологических режимов, а также для нормирования технологических операций изготовления машиностроительных изделий средней сложности.  <b>Владеть:</b>  Навыками использования технологических баз данных и расчетных модулей в</p>

			<p>составе САРР-систем для выбора и расчета технологических режимов и норм времени на различные технологические операции.</p>
		<p>ПК-9.4. Выполняет выбор с применением САРР-, ERP-систем стандартных средств технологического оснащения, стандартных контрольно-измерительных приборов и инструмента, необходимых для реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности</p>	<p><b>Знать:</b>          Функциональные возможности и особенности работы в PDM- и ERP-системах, Принципы выбора средств технологического оснащения применением САРР-, ERP-систем.</p> <p><b>Уметь:</b>          Использовать САРР-системы для определения технологических возможностей стандартных средств технологического оснащения, контрольно-измерительных приборов и инструмента, используемых в технологических процессах изготовления машиностроительных изделий средней сложности.</p> <p><b>Владеть:</b>          Навыками поиска и выбора стандартных средств технологического оснащения, контрольно-измерительных приборов и инструмента, при проектировании технологических операций изготовления изделий машиностроения с использованием средств САРР-систем.</p>

		<p>ПК-9.5. Выполняет оформление с применением CAD-, CAPP-, PDM-систем технологической документации на технологические процессы изготовления машиностроительных изделий средней сложности</p>	<p><b>Знать:</b> Функциональные возможности и особенности работы в CAD-, CAPP-, PDM- систем для формирования различной технологической документации.</p> <p><b>Уметь:</b> Использовать CAD- и CAPP-системы для оформления технологической документации на технологические процессы изготовления машиностроительных изделий средней сложности.</p> <p><b>Владеть:</b> Навыками подготовки данных и методиками формирования различных образцов и комплектов технологической документации на технологические процессы изготовления машиностроительных изделий.</p>
	<p><b>ПК-11.</b><sup>[A1][A2]</sup> Способен выполнять разработку и контроль управляющих программ для изготовления деталей на токарных, фрезерных станках и многокоординатных обрабатывающих центрах (ОЦ) с ЧПУ с использованием САМ-систем</p>	<p>ПК-11.1. Выполняет разработку траекторий движения инструментов и их комбинаций в САМ-системе для обработки заготовок на токарных, фрезерных станках и многокоординатных ОЦ с ЧПУ</p>	<p><b>Знать:</b> Виды САМ-систем и их функциональные возможности: назначение, основные средства, этапы подготовки УП для оборудования с ЧПУ при помощи САМ-системы</p> <p><b>Уметь:</b> Создавать комбинированные траектории движения различных инструментов, применять стратегии обработки заготовок при помощи САМ-систем.</p> <p><b>Владеть:</b> Навыками создания технологических операций, выбора инструмента, технологических режимов, стратегий при формировании траекторий движения инструментов для обработки различных поверхностей с помощью</p>

			САМ-систем.
		ПК-11.2. Выполняет контроль траекторий движения инструментов для обработки заготовок на токарных, фрезерных станках и многокоординатных ОЦ с ЧПУ при помощи САМ-систем	<p><b>Знать:</b> Возможности и методы проверки сформированной траектории инструмента с помощью САМ-систем</p> <p><b>Уметь:</b> Контролировать траекторию движения инструмента автоматизированным способом на предмет геометрических ошибок, с имитацией снятия припуска</p> <p><b>Владеть:</b> Навыками выполнения проверки траектории движения инструмента в САМ-системах при обработке различных поверхностей и их сочетаний с применением различных критериев.</p>
		ПК-11.3. Выполняет формирование УП для изготовления деталей средней сложности на токарных, фрезерных станках и ОЦ с ЧПУ при помощи САМ-систем	<p><b>Знать:</b> Методику и возможности формирования УП с помощью САМ-системы</p> <p><b>Уметь:</b> Формировать УП обработки заготовок деталей средней сложности при помощи САМ-системы</p> <p><b>Владеть:</b> Навыками формирования УП для различных УЧПУ с учетом применяемого типа оборудования.</p>
		ПК-11.4. Выполняет проведение автоматизированной проверки УП для изготовления деталей средней сложности помощью специализированных модулей САМ-систем и (или) имитационного программного обеспечения	<p><b>Знать:</b> Специализированные программные модули визуального контроля САМ-систем и (или) программного обеспечения верификации УП</p> <p><b>Уметь:</b> Контролировать УП с имитацией съема материала с применением САМ-систем</p> <p><b>Владеть:</b> Навыками выполнения проверки разрабатываемых операций по различным критериям с визуализацией траектории инструмента и имитацией съема материала в САМ-приложениях.</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.	Информационное и программное обеспечение систем автоматизированного проектирования
2.	Системы поддержки жизненного цикла изделий

**2. Компетенция ПК-9.** Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые системы автоматизированного проектирования производственно-технологической документации машиностроительных производств.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1.	Системы поддержки жизненного цикла изделий
2.	Преддипломная практика, в том числе научно-исследовательская работа

**3. Компетенция ПК-11.** Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые системы автоматизированного проектирования производственно-технологической документации машиностроительных производств.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1.	Системы поддержки жизненного цикла изделий
2.	Преддипломная практика, в том числе научно-исследовательская работа

---

<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.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 14 зач. единиц, 504 часа.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки<sup>2</sup>:

Форма промежуточной аттестации \_\_\_\_\_

(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы <sup>3</sup>	Всего часов	Семестр № 7	Семестр № 8	Семестр № 9	Семестр № 10	Семестр № 11
Общая трудоемкость дисциплины, час	504		104	103	152	145
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	<b>32</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>9</b>
лекции	10	2	2	2	2	2
лабораторные	8		4	4		
практические	12				6	6
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации <sup>4</sup>	2				1	1
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	<b>472</b>	<b>20</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>136</b>	<b>136</b>
Курсовой проект						
Курсовая работа	36					36
Расчетно-графические задания						
Индивидуальное домашнее задание						
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	400	20	90	90	100	100
Экзамен	36				36	

<sup>2</sup> если дисциплина не реализуется в рамках практической подготовки – предложение убрать

<sup>3</sup> в соответствии с ЛНА предусматривать

- не менее 0,5 академического часа самостоятельной работы на 1 час лекций,
- не менее 1 академического часа самостоятельной работы на 1 час лабораторных и практических занятий,
- 36 академических часов самостоятельной работы на 1 экзамен
- 54 академических часов самостоятельной работы на 1 курсовой проект, включая подготовку проекта, индивидуальные консультации и защиту
- 36 академических часов самостоятельной работы на 1 курсовую работу, включая подготовку работы, индивидуальные консультации и защиту
- 18 академических часов самостоятельной работы на 1 расчетно-графическую работу, включая подготовку работы, индивидуальные консультации и защиту
- 9 академических часов самостоятельной работы на 1 индивидуальное домашнее задание, включая подготовку задания, индивидуальные консультации и защиту
- не менее 2 академических часов самостоятельной работы на консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации

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

## СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

#### Курс 4 Семестр 7

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1	2	3	4	5	6
<b>1. Цифровые технологии в управлении жизненным циклом изделий</b>					
	Жизненный цикл промышленных изделий и автоматизация его этапов. Основные понятия и определения ИПИ. Стандарты в области ИПИ. Роль ИПИ-технологий в современной промышленности. Структура интегрированной информационной среды. Концепция внедрения PLM-технологий. Базовые системы, обеспечивающие реализацию стратегии PLM. Функции и возможности PLM-решений в конструкторской подготовке производства. ИПИ-технологии в процессе проектирования изделий. Современное программное обеспечение для автоматизации конструкторского и технологического проектирования.	2			20

#### Курс 4 Семестр 8

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1	2	3	4	5	6
<b>2. Разработка цифровых 3D моделей на этапе конструкторской подготовки</b>					
	Решение задач, связанных с разработкой цифровых макетов изделий, дизайном, конструированием, компьютерным моделированием. Современные методы проектирования на основе использования твердотельного трехмерного моделирования деталей и сборочных единиц. Разработка цифровых макетов деталей и сборочных единиц. Контекстное редактирование цифровых моделей изделий машиностроения. Создание и редактирование технических требований и условий на основе цифровых макетов изделий. Конструкторские данные. Технологические данные. Ассоциативное информационное описание проектируемых изделий.	1		2	45
<b>3. Подготовка конструкторской документации с использованием CAD систем</b>					
	Автоматизированная подготовка рабочих чертежей на основе трехмерных твердотельных моделей деталей. Автоматизированная подготовка ассоциативных сборочных чертежей с использованием трехмерных твердотельных моделей	1		2	45

	сборочных единиц. Автоматизированное проектирование спецификаций на изделия машиностроения. Создание спецификаций, ассоциативных с моделями деталей и сборок и сборочными чертежами.				
	Всего	2		4	90

### Курс 5 Семестр 9

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1	2	3	4	5	6
<b>1. Основы инженерного анализа с использованием CAD/CAE систем</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.	2		4	90
	Всего	2		4	90

### Курс 5 Семестр 10

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1	2	3	4	5	6
<b>2. Автоматизированное проектирование технологических процессов в САПР приложениях</b>					
	Задачи и методика автоматизированного проектирования технологических процессов в машиностроении. Классификация систем автоматизированной технологической подготовки производства. Комплексные системы технологической подготовки производства. Состав современных систем технологической подготовки производства. Технологические модули. Формирование комплектов технологической документации.	2	6		100
	Всего	2	6		100

## Курс 6 Семестр 11

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	2	3	4	5	6
<b>1. Автоматизированное проектирование программной обработки в САМ системах</b>					
	Классификация систем автоматизированной разработки управляющих программ для станков с ЧПУ. Комплексные системы технологической подготовки производства. Задачи, решаемые при использовании систем автоматизированной подготовки производства и программной обработки на оборудовании с ЧПУ. Виды механической обработки, программируемые в САМ приложениях. Этапы автоматизированной разработки УП для станков с ЧПУ в САМ приложениях. Основы автоматизированное проектирование токарных, фрезерных, токарно-фрезерных, комплексных операций на станках с числовым программным управлением с использованием различных стратегий обработки. Формирование технологической и производственной документации.	2	4		60
<b>2. Выполнение проектов этапа конструкторско-технологической подготовки с использованием интегрированных программных комплексов</b>					
	Назначение и особенности применения CAD/CAM/CAE/CAPP/CAM, PDM приложений при реализации PLM технологий на этапах жизненного цикла изделия. Выбор программного обеспечения для автоматизации проектных этапов в ЖЦИ. Разработка цифровых макетов (3D моделей) деталей и сборочных единиц. Исследование конструкции изделий с использованием CAE приложений. Разработка комплектов конструкторской документации. Проектирование технологических процессов изготовления изделий на этапе технологической подготовки. Формирование технологической документации. Проектирование программной обработки деталей с использованием САМ приложений интегрированных систем конструкторско-технологической подготовки. Выпуск цифровых комплектов конструкторской и технологической документации на изделие.		2		40
	<b>Всего</b>	<b>2</b>	<b>6</b>		<b>100</b>

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
<b>семестр № 8</b>				
1.	Разработка цифровых 3D моделей на этапе конструкторской подготовки. Применение интегрированных систем на этапе КПП	Разработка параметризованной цифровой 3D модели корпусной детали (CAD Компас 3D)	0,2	6
2.		Разработка параметризованной цифровой 3D модели детали вращения (CAD Компас 3D)	0,2	6
3.		Разработка параметризованной модели детали с использованием комбинирования объемных элементов (CAD Компас 3D)	0,2	4
4.		Разработка цифровой 3D модели сборки изделия (CAD Компас 3D). Использование библиотек.	0,2	6
5.		Создание и редактирование компонентов в контексте сборки (CAD Компас 3D)	0,2	4
6.		Создание деталей и сборочных единиц с использованием специализированных расчетных модулей (CAD Компас 3D)	0,2	4
7.		Моделирование деталей вращения (NX CAD). Массивы.	0,2	4
8.		Разработка параметризованной модели детали с использованием комбинирования объемных элементов (NX CAD)	0,2	4
9.		Разработка параметризованной цифровой 3D модели сборки изделия (NX CAD). Использование библиотек.	0,2	6
10.		Редактирование 3D модели сборки на основе параметрических связей.	0,2	6
11.	Подготовка конструкторской документации с использованием CAD систем	Автоматизированная подготовка рабочих чертежей с использованием 3D моделей деталей.	1	10
12.		Автоматизированная подготовка конструкторской документации с использованием 3D моделей сборочных единиц.	1	10
ИТОГО:			4	70

<b>семестр № 9</b>				
1.	Основы инженерного анализа с использованием CAD/CAE систем	Основы FEM анализа. Структура проекта в CAE системах.	0,4	6
2.		Идеализация геометрии для выполнения конечно-элементного анализа в CAE системах	0,4	6
3.		Методы создания 2D конечно-элементных сеток	0,4	6
4.		Методы создания 3D конечно-элементных сеток	0,4	6
5.		Создания и редактирования FEM моделей деталей.	0,4	6
6.		Создание и редактирование FEM моделей сборочных единиц	0,4	6
7.		Создание и редактирование расчетных моделей деталей в CAE приложениях	0,4	6
8.		Решение задач топологической оптимизации конструкций деталей машиностроения	0,4	8
9.		Исследование напряженно-деформированного состояния деталей несущих конструкции в CAE приложениях	0,4	10
10.		Исследование напряженно-деформированного состояния деталей вращения в CAE приложениях	0,4	10
ИТОГО:			4	70
ВСЕГО:			8	140

## 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема занятия	К-во часов	К-во часов СРС
<b>семестр № 10</b>				
1.	Автоматизированное проектирование технологических процессов в САПР приложениях	Создание проекта технологического процесса в САПР системах. Формирование исходных данных.	0,5	6
2.		Разработка маршрутного технологического процесса механической обработки детали с использованием баз данных операций и оборудования	0,5	6
		Разработка технологических операций, добавление и редактирование переходов	0,5	8
3.		Добавление оборудования, оснастки, инструмента, СОЖ и материалов в операции ТП.	0,5	6
4.		Автоматизированный выбор и расчет технологических режимов.	0,5	8
5.		Нормирование технологических процессов с использованием САПР-систем.	0,5	8
6.		Проектирование технологии механической обработки на основе ТП-аналога	0,5	6
7.		Проектирование ТП с использованием баз данных типовых операций и переходов	0,5	6
8.		Автоматизированное проектирование технологических процессов с использованием дублирующей технологии	0,5	6
9.		Разработка технологических процессов сборки с использованием САПР ТП	1	12
10.	Автоматизированное формирование и управление комплектами технологической документации.	0,5	8	
ИТОГО:			6	80
<b>семестр № 11</b>				
1.	Автоматизированное проектирование программной обработки в САМ системах	Программирование токарной обработки в САМ приложениях	0,5	4
2.		Программирование фрезерно-сверлильной обработки призматических деталей в NX САМ	0,5	6
3.		Программирование фрезерной 3-х координатной обработки в САМ системах	0,4	6
4.		Программирование токарно-фрезерной обработки в САМ системах	0,6	6



5.		Программирование фрезерной 5-ти осевой обработки в САМ системах	0,8	8
6.		Программирование высокоскоростной обработки в САМ системе	0,8	8
7.		Постпроцессинг. Подготовка пакета технологической и цеховой документации на изделие	0,4	4
8.	Выполнение проектов этапа конструкторско-технологической подготовки с использованием интегрированных программных комплексов	Разработка цифровых макетов деталей машиностроения	0,2	4
9.		Разработка цифровых макетов сборочной единицы	0,2	4
10.		Исследование конструкции изделия с использованием САЕ систем. Создание отчетов.	0,4	6
11.		Разработка ассоциативной конструкторской документации на изделие	0,4	8
12.		Проектирование технологии механической обработки детали в САПР приложениях.	0,2	4
13.		Формирование комплекта технологической документации.	0,2	4
14.		Разработка операций программной обработки для станков с ЧПУ.	0,2	4
15.		Проверка управляющей программы. Формирование цеховой документации.	0,2	4
ИТОГО:			6	80
ВСЕГО:			12	160

#### 4.4. Содержание курсового проекта/работы

Целью курсовой работы является закрепление теоретических и практических знаний по курсу «Системы управления жизненным циклом изделия» и получение навыков решения задач конструкторского и технологического проектирования на этапе подготовки производства в машиностроении.

Типовая тематика курсовой работы:

*«Автоматизация этапов подготовки производства (наименование изделия) с использованием САД-, САЕ-, САПР-, САМ- систем»;*

*«Автоматизация этапов подготовки производства в ЖЦИ»;*

*«Автоматизированная подготовка производства (наименование изделия) с использованием интегрированных программных комплексов»;*

*«Применение САД/САЕ/САПР(САМ)-систем на этапе подготовки производства (наименование изделия)»*

Курсовая работа включает следующие разделы:

- анализ возможности применения выбранной САПР для автоматизации подготовки производства; описание технологии использования выбранной САПР для конкретного вида изделия;

- разработка трехмерных моделей деталей и модели сборочной единицы, получение ассоциативной конструкторской документации (сборочный чертеж, чертежи деталей, спецификации);

- описание выбранной системы технологической подготовки производства в машиностроении; анализ возможности применения выбранной САПР ТП (САПР/САМ) в

интеграции с САД приложениями; характеристику этапов технологической подготовки производства для конкретного изделия;

- проектирование технологии изготовления изделия, включая проектирование программной обработки на станках с ЧПУ с использованием выбранного программного обеспечения, подготовка комплекта технологической документации на изделие.

В качестве исходных данных для КР является задание на проектирование, выданное для курсового проектирования по дисциплине «Проектирование технологических процессов механосборочных производств».

Расчетно-пояснительная записка должна содержать 30...40 страниц текста (вместе с рисунками и схемами) и приложения.

Графическая часть должна содержать ассоциативные чертежи сборочной единицы, рабочие чертежи деталей – компонентов, плакаты с содержанием этапов исследования конструкции в САЕ-системе; автоматизации технологической подготовки с использованием CAPP/CAM-систем. Объем графической части должен быть не более 3 листов формата А1.

В приложении приводится комплект технологической документации.

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

#### **4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий**

Не предусмотрено учебным планом.

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

### 5.1. Реализация компетенций

**1. Компетенция ОПК-6.** Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-6.3 Применяет программное обеспечение, предназначенное для инженерного анализа конструкций на этапе проектирования в жизненном цикле изделий машиностроения	Экзамен, защита практической работы, дифференцированный зачет при защите курсовой работы, тестовый контроль, собеседование
ОПК-6.4. Разрабатывает цифровые электронные макеты изделий (ЭМИ) машиностроения и на их основе создает проектно-конструкторскую документацию	Экзамен, защита практической работы, дифференцированный зачет при защите курсовой работы, тестовый контроль, собеседование

**2. Компетенция ПК-9.** Способен решать профессиональные задачи по разработке с использованием САД-, САРР-систем технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-9.1. Выполняет с применением САД-, САЕ-систем анализ технологичности конструкции, технических требований, внесение изменений в конструкции машиностроительных изделий средней сложности с целью повышения их технологичности	Экзамен, защита практической работы, дифференцированный зачет при защите курсовой работы, тестовый контроль, собеседование
ПК-9.2. Выполняет Разработку с применением САД-, САРР-систем технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности	Экзамен, защита лабораторной работы, дифференцированный зачет при защите курсовой работы, тестовый контроль, собеседование
ПК-9.3. Выполняет выбор с применением САРР-систем технологических режимов технологических операций, норм времени при проектировании технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности	Экзамен, защита лабораторной работы, дифференцированный зачет при защите курсовой работы, тестовый контроль, собеседование
ПК-9.4. Выполняет выбор с применением САРР-, ЕРР-систем стандартных средств технологического оснащения, стандартных контрольно-измерительных приборов и инструмента, необходимых для	Экзамен, защита лабораторной работы, дифференцированный зачет при защите курсовой работы, тестовый контроль, собеседование

реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности	
ПК-9.5. Выполняет оформление с применением САД-, САРР-, РДМ-систем технологической документации на технологические процессы изготовления машиностроительных изделий средней сложности	Экзамен, защита лабораторной работы, дифференцированный зачет при защите курсовой работы, тестовый контроль, собеседование

**2. Компетенция ПК-11.** Способен выполнять Разработку и контроль управляющих программ для изготовления деталей на токарных, фрезерных станках и многокоординатных обрабатывающих центрах (ОЦ) с ЧПУ с использованием САМ-систем

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-11.1. Выполняет разработку траекторий движения инструментов и их комбинаций в САМ-системе для обработки заготовок на токарных, фрезерных станках и многокоординатных ОЦ с ЧПУ	Экзамен, защита лабораторной работы, дифференцированный зачет при защите курсовой работы, тестовый контроль, собеседование
ПК-11.2. Выполняет контроль траекторий движения инструментов для обработки заготовок на токарных, фрезерных станках и многокоординатных ОЦ с ЧПУ при помощи САМ-систем	Экзамен, защита лабораторной работы, дифференцированный зачет при защите курсовой работы, тестовый контроль, собеседование
ПК-11.3. Выполняет формирование УП для изготовления деталей средней сложности на токарных, фрезерных станках и ОЦ с ЧПУ при помощи САМ-систем	Экзамен, защита лабораторной работы, дифференцированный зачет при защите курсовой работы, тестовый контроль, собеседование
ПК-11.4. Выполняет проведение автоматизированной проверки УП для изготовления деталей средней сложности помощью специализированных модулей САМ-систем и (или) имитационного программного обеспечения	Экзамен, 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 / дифференцированного зачета / зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Цифровые технологии в управлении жизненным циклом изделий. Автоматизированная конструкторская подготовка производства	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Основные этапы жизненного цикла машиностроительных изделий.</li><li>2. Основные понятия и определения ИПИ.</li><li>3. Стандарты в области ИПИ. Роль ИПИ-технологий в современной промышленности.</li><li>4. Структура интегрированной информационной среды. Концепция внедрения PLM-технологий.</li><li>5. Базовые системы, обеспечивающие реализацию стратегии PLM.</li><li>6. Функции и возможности PLM-решений в конструкторской подготовке производства.</li><li>7. ИПИ-технологии в процессе проектирования изделий. Современное программное обеспечение для автоматизации конструкторского и технологического проектирования.</li><li>8. Системы создания трехмерных моделей деталей и сборок. Цели трехмерного твердотельного моделирования.</li><li>9. Цели автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства</li><li>10. Задачи поэтапной автоматизации подготовки производства.</li><li>11. Основные требования к применяемым комплексам конструкторско-технологической подготовки производства</li><li>12. Классификации современных САПР по их назначению.</li><li>13. Классификация САПР по функциональным возможностям.</li><li>14. Требования к системам автоматизированной подготовки конструкторской документации.</li><li>15. Классификации современных систем комплексной автоматизации конструкторской подготовки</li></ol>
2	Разработка цифровых 3D моделей на этапе конструкторской подготовки	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Структура цифровой модели изделия, функциональное назначение.</li><li>2. Современные программные продукты САД систем</li><li>3. Основные методы объемного моделирования деталей. Формообразующие операции.</li><li>4. Основы трехмерного моделирования. Типы трехмерных моделей</li><li>5. Порядок работы при создании твердотельной модели</li><li>6. Основные операции создания базового тела</li><li>7. Операция вращения. Требования к эскизам. Параметры</li><li>8. Операция выдавливания. Расположение эскиза. Параметры операции</li><li>9. Кинематическая операция. Требования к эскизам. Эскиз сечения, эскиз траектории. Параметры операции</li><li>10. Операция по сечениям. Параметры операции. Требования к эскизам</li><li>11. Операции для изменения базового тела (булевы операции) – приклеивание, вырезание. Параметры операции приклеить выдавливанием.</li><li>12. Операции для изменения базового тела (булевы операции) – приклеивание, вырезание. Параметры операции вырезать выдавливанием.</li><li>13. Создание тонкостенных элементов</li><li>14. Создание массивов элементов. Массив по сетке. Параметры массива</li><li>15. Создание массивов элементов. Массив по концентрической сетке. Параметры массива</li><li>16. Массив вдоль кривой. Зеркальное копирование. Параметры</li><li>17. Создание ребер жесткости. Построение уклонов</li></ol>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>18. Вспомогательные построения. Создание вспомогательных осей</li> <li>19. Вспомогательные построения. Создание вспомогательных плоскостей</li> <li>20. Моделирование сборок. Состав сборок. Принципы проектирования</li> <li>21. Добавление компонентов в сборку. Создание компонентов «на месте». Отличительные особенности</li> <li>22. Создание подборок. Режимы редактирования сборки. Иерархические зависимости в сборке</li> <li>23. Задание положения компонентов в сборке. Фиксация сопряжения</li> <li>24. Выполнение формообразующей операции в сборке. Создание массивов компонентов в сборке</li> <li>25. Модули библиотек как средства автоматизации конструкторского проектирования. Работа с библиотеками.</li> <li>26. Основы трехмерного моделирования в UG NX. Принципы моделирования</li> <li>27. Форматы для импорта и экспорта данных в системах трехмерного моделирования</li> <li>28. Создание трехмерных моделей в системах UG NX. Основные функциональные возможности</li> <li>29. Параметризация в моделях деталей и сборок. Типы параметризации. Назначение.</li> </ul>
3	Подготовка конструкторской документации с использованием САД систем	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Проектирование сборочных чертежей. Взаимосвязь спецификаций и сборочных чертежей.</li> <li>2. Проектирование спецификаций. Взаимосвязь спецификаций и сборочных чертежей.</li> <li>3. Проектирование спецификаций в системе КОМПАС. Режимы работы. Оформление.</li> <li>4. Подготовка конструкторской документации с использованием трехмерных моделей деталей.</li> <li>5. Ассоциативность моделей и рабочих чертежей. (ассоциативные виды, разрезы, сечения и т.п.)</li> <li>6. Подготовка конструкторской документации с использованием трехмерных моделей сборок.</li> <li>7. Требования к системам автоматизированной подготовки конструкторской документации.</li> <li>8. Автоматизированное проектирование спецификаций на основе цифровых 3D моделей сборочных единиц.</li> <li>9. Создание объектов спецификаций, связанных с трехмерными моделями сборок.</li> <li>10. Модули библиотек как средства автоматизации конструкторского 3D проектирования. Работа с библиотеками.</li> </ul>
4	Основы инженерного анализа с использованием САЕ систем	<ul 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 САЕ 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 САЕ систем.</li> <li>7. Структура и этапы проведения инженерных расчетов с NX САЕ.</li> <li>8. Особенности подготовки САД модели изделия для её использования в САЕ приложениях.</li> <li>9. Идеализированная модель. Особенности.</li> <li>10. Конечно-элементная модель. Состав. Свойства.</li> </ul>

		<ol style="list-style-type: none"> <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 САЕ системах (NX CAE).</li> <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 САЕ системах. Примеры сущность.</li> </ol>
5	<p>Автоматизированное проектирование технологических процессов в САРР приложениях</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Задачи технологической подготовки производства. Назначение систем автоматизации ТПП. Требования к системам.</li> <li>2. Состав систем автоматизированной технологической подготовки производства.</li> <li>3. Модульный принцип построения систем автоматизированной технологической подготовки.</li> <li>4. Структура технологических процессов, используемая в системах автоматизированной ТПП.</li> <li>5. Методы проектирования техпроцессов. Отличительные особенности. Назначение.</li> <li>6. Проектирование уникального техпроцесса.</li> <li>7. Проектирование ТП на основе техпроцесса-аналога.</li> <li>8. Проектирование ТП на основе дублирующей технологии. Дерево технологий.</li> <li>9. Проектирование ТП с использованием БД переходов.</li> <li>10. Проектирование ТП с использованием библиотеки типовых операций.</li> <li>11. Особенности проектирования сквозного ТП.</li> <li>12. Система расчета режимов резания. Назначение. Достоинства. Недостатки.</li> <li>13. Трудовое нормирование технологических операций. Использование баз данных.</li> <li>14. Формирование комплекта технологической документации. Структурная связь параметров технологического процесса с базами данных.</li> </ol>

6	Автоматизированное проектирование программной обработки в САМ системах	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Назначение САМ систем.</li> <li>2. Требования к САМ системам</li> <li>3. Классификация, структура и состав САМ-систем.</li> <li>4. Функциональные возможности САМ систем.</li> <li>5. Задачи, решаемые с использованием САМ систем.</li> <li>6. Дать краткий обзор современных САМ систем.</li> <li>7. Место САМ систем в технологической подготовке производства.</li> <li>8. Исходная информация для решения задач технологической подготовки с использованием САМ систем.</li> <li>9. Этапы подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ с использованием САМ систем.</li> <li>10. Подготовка и выбор геометрии обрабатываемой детали и заготовки.</li> <li>11. Особенности этапа создания операции в САМ системах.</li> <li>12. Виды обработки, программируемые с использованием САМ систем.</li> <li>13. Особенности программирования фрезерной обработки в САМ системах.</li> <li>14. Виды фрезерной обработки, программируемой в САМ системах. Стратегии обработки.</li> <li>15. Особенности программирования токарной обработки в САМ системах.</li> <li>16. Виды токарной обработки, программируемой в САМ системах. Стратегии обработки.</li> <li>17. Особенности программирования комплексной обработки в САМ системах.</li> <li>18. Базы данных используемые в САМ системах</li> <li>19. Раскрыть задачи визуализации обработки на станках с ЧПУ.</li> <li>20. Использование постпроцессоров для адаптации рабочей программы для различных систем ЧПУ.</li> </ol>
---	--	--

### **5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы**

1. Назовите критерии выбора программного обеспечения для автоматизации конструкторской подготовки.
2. Назовите основные цели автоматизации конструкторской подготовки.
3. Назовите возможности и результаты автоматизации этапа технологической подготовки.
4. Какие расчетные модули используются при разработке 3D моделей деталей.
5. Какая информация может содержаться в цифровом макете изделия?
6. Какие справочники, библиотеки и базы данных могут использоваться при разработке 3D моделей деталей?
7. Какие справочники, библиотеки и базы данных могут использоваться при разработке 3D моделей сборочных единиц?
8. Какими средствами в САД системах пользуются для правильной ориентации компонентов в сборках?
9. Назовите основные цели автоматизации технологической подготовки.
10. Перечислите возможные методы проектирования технологических процессов с использованием САРР-систем.
11. Какие данные могут автоматически передаваться в чертеж при его формировании на основе 3D моделей?
12. Какие данные могут автоматически передаваться из 3D модели сборки в сборочный чертеж?
13. Какие данные могут автоматически передаваться из 3D модели сборки в спецификацию?
14. В чем проявляется ассоциативная связь 3D модели и рабочего чертежа детали?
15. Какая информация вносится в ТП на уровне детали (изделия) при его проектировании в САРР-системе?



16. Какая информация вносится в ТП на уровне операции при его проектировании в САРР-системе?
17. Назовите способы создания и подключения технологических эскизов к технологическим операциям.
18. Перечислите справочники и технологические базы данных, используемые при проектировании ТП в САРР-системе.
19. Какие расчетные модули используются при проектировании ТП в САРР-системе?
20. Какая исходная информация используется при автоматизированном расчете режимов обработки в САРР системах?
21. Перечислите основные этапы при расчете норм времени на технологические операции в САРР-системах.
22. Назовите основные критерии поиска оборудования и инструмента в САРР-системах.
23. Назовите основные этапы формирования технологической документации в САРР-системах.
24. Перечислите основные этапы разработки ТП сборки с использованием САРР-систем.
25. Перечислите основные функциональные модули в составе САРР-систем.
26. Какая исходная информация используется при создании технологических процессов сборки в САРР-системах?
27. Какая документация может быть сформирована на основе ТП сборки в САРР-системе?
28. Чем определяется последовательность выполняемых операций при проектировании технологии в САРР-системах.
29. Оценка и выбор состава комплекса систем автоматизации КТПШ в зависимости от производственных задач
30. Преимущества использования комплексных систем автоматизации подготовки производства
31. Классификации современных систем комплексной автоматизации конструкторской подготовки
32. Системы создания цифровых макетов деталей.
33. Основные методы проектирования моделейборок. Взаимосвязь компонентов в сборке
34. Обеспечение методов сквозного проектирования при подготовке машиностроительного производства
35. Состав и назначение автоматизированных систем инженерного анализа. Виды задач. Решаемых с помощью таких систем
36. Классификация и характеристики методов инженерного анализа. Приведите методы, реализованные в системах автоматизации инженерных расчетов.
37. Пояснить сущность конечно-элементного моделирования.
38. Основные этапы инженерного анализа с использованием САЕ систем.
39. Структура и этапы проведения инженерных расчетов с NXСАЕ.
40. Особенности подготовки САД модели изделия для её использования в САЕ приложениях.
41. Идеализированная модель. Особенности.
42. Конечно-элементная модель. Состав. Свойства.
43. Конечно-элементная модель. Особенности создания и редактирование конечно-элементных моделей (КЭМ).
44. Расчетная модель. Структура. Свойства.
45. Состав и структура результатов решения расчетной модели (отчет симуляции).
46. Этапы КЭ анализа в САЕ системах (NX САЕ).
47. Коллекторы КЭМ. Назначение. Типы.
48. Методы создания 3D сеток. Виды 3D сеток. Примеры используемых конечных элементов.
49. Методы создания 2D сеток. Виды 2D сеток. Примеры используемых конечных элементов.
50. Назначение 1Dконечных элементов. Виды элементов. Примеры используемых конечных элементов.
51. Приложение нагрузок в КЭМ. Виды нагрузок и краткая характеристика.
52. Назначение ограничений, условия на степени свободы в КЭМ. Виды ограничений.
53. Назначение ограничений, условия на степени свободы в КЭМ. Ограничения, задаваемые

пользователем (UserDefinedConstraint).

54. Типы решаемых задач инженерного анализа в CAE системах.
55. Виды прочностных инженерных анализов. Сущность линейного анализа.
56. Виды прочностных инженерных анализов. Сущность нелинейного анализа.
57. Виды прочностных инженерных анализов. Сущность динамического анализа конструкций.
58. Виды прочностных инженерных анализов. Сущность анализа долговечности и усталости.
59. Виды инженерных анализов кинематики. Сущность анализа кинематики твердых и упругих тел. Сущность анализа кинематики упругих тел и проверки столкновений.
60. Виды инженерной оптимизации в CAE-системах. Примеры сущность.
61. Назначение САМ систем. Требования.
62. Функциональные возможности САМ систем.
63. Задачи, решаемые с использованием САМ систем.
64. Дать краткий обзор современных САМ систем.
65. Место САМ систем в технологической подготовке производства.
66. Этапы подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ с использованием САМ систем.
67. Подготовка и выбор геометрии обрабатываемой детали и заготовки.
68. Особенности этапа создания операции в САМ системах.
69. Виды обработки, программируемые с использованием САМ систем.
70. Особенности программирования фрезерной обработки в САМ системах.
71. Виды фрезерной обработки, программируемой в САМ системах. Стратегии обработки.
72. Особенности программирования токарной обработки в САМ системах.
73. Виды токарной обработки, программируемой в САМ системах. Стратегии обработки.
74. Особенности программирования комплексной обработки в САМ системах.
75. Базы данных используемые в САМ системах
76. Раскрыть задачи визуализации обработки на станках с ЧПУ.

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

**Текущий контроль** осуществляется в течение семестра в форме выполнения и защиты лабораторных и практических работ.

**Лабораторные работы.** Защита лабораторных работ возможна после проверки правильности выполнения задания и сохранения файла документа. Защита проводится в форме опроса преподавателем и демонстрации отдельных навыков по теме лабораторной работы. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ представлен в таблице.

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
семестр № 6		
1	Разработка параметризованной цифровой 3D модели корпусной детали (CAD Компас 3D)	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Какими параметрами характеризуется 3D модель детали?</li><li>2. Основные параметры операций выдавливания (вытягивания)?</li><li>3. Как применяются булевы операции в ходе 3D проектирования деталей?</li><li>4. Укажите геометрических объекты для размещения эскизов сечения?</li><li>5. Как обеспечивается точность расположения геометрических объектов в эскизе?</li><li>6. Объяснить основные принципы иерархической параметризации?</li><li>7. Какими параметрами характеризуется цифровой макет изделия?</li></ol>

		<p>8. Требования ГОСТ к цифровым макетам деталей?</p> <p>9. Укажите возможности параметрических цифровых макетом деталей?</p> <p>10. Какими параметрами в цифровой модели задается точность детали?</p> <p>11. Какими средствами обеспечивается задание технологических параметров в цифровом макете детали?</p>
2	Разработка параметризованной цифровой 3D модели детали вращения (CAD Компас 3D)	<p>1. Указать основные параметры операции «вращения».</p> <p>2. Требования к эскизу-сечения для операции вращения.</p> <p>3. Способы задания оси при выполнении формообразующей операции «вращение».</p> <p>4. Какие параметры задания тонкой стенки существуют при выполнении формообразующей операции «вращение».</p> <p>5. Способы добавления и вычитания объемов при выполнении формообразующей операции «вращение».</p> <p>6. Какими параметрами характеризуется цифровой макет изделия?</p> <p>7. Требования ГОСТ к цифровым макетам деталей?</p> <p>8. Укажите возможности параметрических цифровых макетом деталей?</p> <p>9. Какими параметрами в цифровой модели задается точность детали?</p> <p>10. Какими средствами обеспечивается задание технологических параметров в цифровом макете детали?</p>
3	Разработка параметризованной модели детали с использованием комбинирования объемных элементов (CAD Компас 3D)	<p>1. Назначение и основы выполнения операций по сечениям.</p> <p>2. Основные параметры операции по сечениям.</p> <p>3. Использование сечений-направляющих. Требования к направляющим при выполнении операции по сечениям.</p> <p>4. Требования к взаимному расположению эскизов для операции по сечениям.</p> <p>5. Назначение и основы выполнения кинематических операций при моделировании деталей.</p> <p>6. Возможное количество эскизов для выполнения операции по сечениям.</p> <p>7. Требования к эскизу-траектории для кинематических операций при 3D моделировании.</p> <p>8. Способы указания направляющих траекторий для кинематических операций при 3D моделировании.</p> <p>9. Способы ориентации сечения при выполнении кинематических операций при 3D моделировании.</p>
4	Разработка цифровой 3D модели сборки изделия (CAD Компас 3D). Использование библиотек	<p>1. Особенности создания цифровых макетов сборочных единиц.</p> <p>2. Методы проектирования цифровых макетов сборочных единиц в САД приложениях.</p> <p>3. В чем сущность метода «восходящего проектирования»</p> <p>4. Методы и возможности контекстного редактирования цифровых макетов сборочных единиц.</p> <p>5. Способы задания точности расположения компонентов в цифровых макетах изделий.</p> <p>6. Способы редактирования моделей сборок.</p> <p>7. Создание исполнений в моделях сборочных единиц.</p> <p>8. Объясните варианты загрузки компонентов при открытии файла сборки</p> <p>9. Обеспечение требуемого расположения компонентов при редактировании в контексте сборки</p>
5	Создание и редактирование компонентов в контексте	<p>1. Укажите типовую последовательность создание компонентов в контексте сборки.</p>

	сборки (CAD Компас 3D)	<ol style="list-style-type: none"> <li>Отличительные особенности редактирования компонентов в контексте сборки.</li> <li>Какие существуют возможности сохранения компонентов при редактировании в контексте сборки</li> <li>Создание исполнений в моделях сборочных единиц.</li> <li>Объясните варианты загрузки компонентов при открытии файла сборки</li> <li>Обеспечение требуемого расположения компонентов при редактировании в контексте сборки</li> </ol>
6	Создание деталей и сборочных единиц с использованием специализированных расчетных модулей (CAD Компас 3D)	<ol style="list-style-type: none"> <li>Какие детали можно моделировать в CAD системах с использованием расчетных модулей?</li> <li>Привести методику использования расчетных модулей при выполнении 3D моделей зубчатых передач.</li> <li>Привести методику использования специализированных расчетных модулей при проектировании деталей со шлицевыми соединениями.</li> <li>Какие элементы автоматически формируются при создании 3D модели детали с использованием расчетных модулей проектирования тел вращения в КОМПАС 3D.</li> <li>Особенности проектирования сопрягаемых деталей для передачи крутящего момента с использованием расчетных модулей</li> <li>Какие расчетные модули по назначению используются при проектировании деталей машиностроения.</li> <li>Перечислите библиотеки, реализованные в КОМПАС 3D для автоматизированного создания 3D моделей деталей</li> </ol>
7	3D моделирование деталей вращения в NX CAD. Массивы.	<ol style="list-style-type: none"> <li>Требования к эскизам операций вращения</li> <li>Использование булевых операций в ходе выполнения формообразующих операций вращения</li> <li>Способы задания оси и направлений при выполнении формообразующих операций вращения.</li> <li>Описать основные параметры операции «вращения».</li> <li>Основные параметры операций по сечениям.</li> <li>Требования к эскизам операции по сечениям.</li> <li>Описать последовательность задания сечений при выполнении операции по сечениям</li> <li>Особенности использования направляющих в процессе создания операций по сечениям</li> </ol>
8	Разработка параметризованной модели детали с использованием комбинирования объемных элементов (CAD NX)	<ol style="list-style-type: none"> <li>Способы и последовательность создания эскизов при выполнении 3D моделирования в NX CAD</li> <li>Управление параметрами геометрических объектов в эскизах-сечений</li> <li>Способы задания направлений при выполнении формообразующих операций.</li> <li>Виды массивов элементов, используемых при выполнении 3D моделей деталей</li> <li>Параметры массивов «по сетке»</li> <li>Параметры массивом «по концентрической сетке»</li> <li>Параметры массивов вдоль направляющих</li> </ol>
9	Разработка параметризованной цифровой 3D модели сборки изделия (CAD NX). Использование библиотек.	<ol style="list-style-type: none"> <li>Команды создания моделей сборок в NX CAD.</li> <li>Назвать методы проектирования сборок в NX CAD</li> <li>Последовательность действий при добавлении нового компонента в сборку.</li> <li>Перечислите команды сопряжений компонентов при создании сборки в NX CAD.</li> <li>Команды создания копий компонентов в NX CAD.</li> <li>Параметры создания массивов компонентов.</li> </ol>

10	Редактирование 3D модели сборки на основе параметрических связей.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Назначение переменных при создании параметрических моделей сборочных единиц.</li> <li>2. Просмотр и ввод имен переменных для параметризованных моделей деталей и сборок.</li> <li>3. Особенности управления переменными в КОМПАС 3D</li> <li>4. Особенности управления переменными в NX CAD</li> <li>5. Для каких параметров 3D модели детали могут использоваться переменные.</li> <li>6. Для каких параметров 3D модели сборки могут использоваться переменные.</li> <li>7. Привести примеры зависимостей в 3D моделях деталей и сборочных единиц. Которые могут быть описаны с помощью переменных</li> </ol>
11	Автоматизированная подготовка рабочих чертежей с использованием 3D моделей деталей.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Назвать особенности создания ассоциативных чертежей с использованием моделей деталей.</li> <li>2. В чем сущность ассоциативной связи рабочих чертежей и цифровых 3D моделей деталей.</li> <li>3. Перечислите базовые операции создания видов в чертеже с использованием 3D моделей деталей.</li> <li>4. Перечислить виды информации, передаваемых в чертеж формируемый на основе 3D моделей деталей.</li> <li>5. Указать преимущества использования на чертежах видов, ассоциативно связанных с 3D моделями деталей.</li> <li>6. Перечислить параметры видов в чертеже полученных на основе 3D моделей деталей.</li> <li>7. Особенности настройки параметров чертежей получаемых на основе 3D моделей деталей.</li> </ol>
12	Автоматизированная подготовка конструкторской документации с использованием 3D моделей сборочных единиц.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. В чем проявляется ассоциативная связь сборочного чертежа и спецификации.</li> <li>2. В чем проявляется ассоциативная связь чертежей деталей и спецификации.</li> <li>3. Показать особенности создания комплектов конструкторской документации, включающих рабочие и сборочные чертежи, спецификации, с учетом их ассоциативных связей.</li> <li>4. В чем сущность ассоциативной связи спецификаций, сборочных и рабочих чертежей, и цифровых 3D моделей сборочных единиц и деталей.</li> <li>5. Перечислите информационные связи в комплектах конструкторской документации, на основе ассоциативности.</li> <li>6. Указать преимущества использования на чертежах видов, ассоциативно связанных с 3D моделями деталей.</li> </ol>

семестр № 7

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
1	Основы FEM анализа. Структура проекта в NX CAE.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. В чем сущность применения конечно-элементного анализа при выполнении инженерных расчетов.</li> <li>2. Перечислите основные этапы выполнения автоматизированного инженерного анализа в NX CAE.</li> <li>3. Задачи идеализации геометрии при проведении FEM анализа?</li> <li>4. Назначение и свойства конечно-элементной модели в NX CAE?</li> <li>5. Назначение и свойства расчетной модели в NX CAE?</li> </ol>
2	Идеализация геометрии для выполнения конечно-	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Назначение и задачи идеализации геометрических моделей в CAE системах.</li> </ol>

	элементного анализа в САЕ системах	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Средства идеализации геометрических моделей в NX САЕ.</li> <li>3. Средства ассоциативной связи, идеализированной и конечно-элементной моделей в NX САЕ.</li> <li>4. Виды геометрических объектов, изменяемых средствами идеализации модели в NX САЕ.</li> <li>5. Методика использования средств прямого редактирования для идеализации геометрии цифровых макетов деталей в NX САЕ.</li> </ol>
3	Методы создания 2D конечно-элементных сеток	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Назначение 2D конечных элементов.</li> <li>2. Основные типы 2D конечных элементов в САЕ приложениях.</li> <li>3. Основные типы 2D сеток в конечно-элементных моделях NX САЕ.</li> <li>4. Отличительные особенности 2D регулярной и 2D нерегулярной сеток в конечно-элементных моделях NX САЕ.</li> <li>5. Особенности 2D зависимых сеток в FEM.</li> <li>6. Методика создания 2D зависимых сеток в конечно-элементных моделях NX САЕ.</li> <li>7. Создание оболочечных 2D сеток на основе 3D сеток в конечно-элементных моделях NX САЕ.</li> </ol>
4	Методы создания 3D конечно-элементных сеток	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Назначение 3D конечных элементов</li> <li>2. Основные типы 3D конечных элементов в САЕ приложениях.</li> <li>3. Основные типы 3D сеток в конечно-элементных моделях NX САЕ.</li> <li>4. Характеристики 3D тетраэдральных элементов, используемых в конечно-элементных моделях.</li> <li>5. Характеристики 3D гексаэдральных элементов, используемых в конечно-элементных моделях</li> <li>6. Возможности управления параметрами при создании 3D тетраэдральных сеток в NX САЕ.</li> <li>7. Возможности управления параметрами при создании 3D гексаэдральных сеток в NX САЕ.</li> <li>8. Основные правила при генерации 3D гексаэдральных сеток в NX САЕ</li> </ol>
5	Создания и редактирования FEM моделей деталей.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные этапы создания FEM на основе САД модели в NX САЕ.</li> <li>2. Перечислить команды (операции) создания 2D сеток.</li> <li>3. Перечислить команды (операции) создания 3D сеток.</li> <li>4. Команды создания FEM.</li> <li>5. В чем заключается ассоциативная связь конечно-элементной и идеализированной моделей?</li> <li>6. Методика задание физических свойств модели.</li> </ol>
6	Создание и редактирование FEM моделей сборочных единиц	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Способы создания КЭ моделей сборок.</li> <li>2. Особенности и этапы ассоциативного способа создания КЭ моделей сборок.</li> <li>3. Особенности и этапы не ассоциативного способа создания КЭ моделей сборок.</li> <li>4. Инструменты (возможности) связи КЭ компонентов в единую КЭ модель сборки.</li> </ol>

		5. Особенности редактирование КЭ моделей сборок.
7	Создание и редактирование расчетных моделей деталей в САЕ приложениях	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Структура расчетной модели в NX САЕ.</li> <li>2. Назначение контейнеров нагрузок в NX САЕ.</li> <li>3. Назначение контейнеров ограничений в NX САЕ.</li> <li>4. Какие объекты модели можно использовать для приложения нагрузок и ограничений.</li> <li>5. Состав файла симуляции. Добавление и редактирование данных файла симуляции (расчетной модели).</li> <li>6. Методика создания решения в расчетной модели приложения NX САЕ.</li> <li>7. Как возможно изменить параметры решения в расчетной модели приложения NX САЕ.</li> <li>8. Виды и команды задания ограничений в расчетных моделях в зависимости от вида расчета.</li> <li>9. Виды и команды задания нагрузок в расчетных моделях в зависимости от вида расчета.</li> <li>10. Особенности приложения нагрузок «сила» и «момент».</li> <li>11. Особенности приложения нагрузок «давление» и «центробежное давление».</li> <li>12. Особенности приложения нагрузок «сила тяжести» и «центробежная нагрузка».</li> <li>13. Особенности задания «пользовательских» ограничений</li> </ol>
9	Создание и редактирование расчетных моделей сборочных единиц САЕ приложениях	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Структура расчетной модели в NX САЕ.</li> <li>2. Назначение контейнеров нагрузок в NX САЕ.</li> <li>3. Назначение контейнеров ограничений в NX САЕ.</li> <li>4. Какие объекты модели сборки можно использовать для приложения нагрузок и ограничений.</li> <li>5. Методика создания решения в расчетной модели сборки приложения NX САЕ.</li> <li>6. Как возможно изменить параметры решения в расчетной модели приложения NX САЕ.</li> <li>7. Виды и команды задания ограничений в расчетных моделях сборок.</li> <li>8. Виды и команды задания нагрузок в расчетных моделях сборок.</li> <li>9. Особенности приложения нагрузок «пространственный шарнир».</li> <li>10. Задание условий контактного взаимодействия.</li> <li>11. Задание условий соединения поверхностей.</li> <li>12. Особенности задания ограничений «предварительная затяжка болта».</li> </ol>

**Практические занятия.** Выполнение практических заданий представляется в виде файлов проектов технологии соответствующего формата. Защита проводится в форме собеседования преподавателя со студентом по теме практического занятия. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты практических заданий представлен в таблице.

№	Тема практического занятия	Контрольные вопросы
семестр № 8		
1	Создание проекта технологического процесса в САРР системах. Формирование исходных данных.	<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. Основное назначение САРР приложений.</li> <li>6. Пояснить структуры проекта технологии в САРР системе</li> <li>7. Какие данные могут передаваться из 3D модели детали в проект технологии в САРР системе?</li> <li>8. Какие параметры заполняются технологом при создании проекта технологии в САРР системе?</li> <li>9. Какая информация может автоматически передаваться из чертежа в проект технологии в САРР системе?</li> </ol>
2	Разработка маршрутного технологического процесса механической обработки детали с использованием баз данных операций и оборудования	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основное назначение САРР приложений. Методика проектирования технологических процессов механической обработки.</li> <li>2. Опишите уровневую структуру представления информации о технологии в САРР приложениях.</li> <li>3. Перечислить виды информации, представленной на уровне деталь.</li> <li>4. Перечислить основные технологические базы данных, используемые в САРР приложениях.</li> <li>5. Показать особенности и методику применения технологических баз данных при проектировании операций.</li> <li>6. Поясните методику и способы подключения технологических эскизов в САРР приложениях.</li> </ol>
3	Разработка технологических операций, добавление и редактирование переходов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Перечислить виды информации, представленной на уровне операций.</li> <li>2. Перечислить виды информации, представленной на уровне переходы.</li> <li>3. Показать особенности и методику применения технологических баз данных при проектировании операций и переходов в САРР приложениях.</li> <li>4. Перечислить основные технологические базы данных, используемые в САРР приложениях при проектировании операций.</li> <li>5. Способы создания текстовой части переходов.</li> <li>6. Редактирование текстовой части переходов. Создание размерных величин в тексте перехода.</li> <li>7. Способы создания и редактирования текстовой части операции.</li> </ol>



		<p>8. Показать особенности и методику применения технологических баз данных при проектировании переходов в САРР приложениях.</p> <p>9. Особенности подключения эскизов к переходам в технологии в САРР приложениях.</p>
4	Добавление оборудования, оснастки, инструмента, СОЖ и материалов в операции ТП.	<p>1. Перечислить основные технологические базы данных, используемые в САРР приложениях.</p> <p>2. Копирование и перенос содержания переходов в рамках одной технологии.</p> <p>3. Копирование содержания переходов из разных технологий с использованием дерева технологии.</p> <p>4. Сохранение одного или нескольких переходов в базе данных.</p> <p>5. Дублирование переходов в различных технологических процессах.</p> <p>6. Описать методику использования баз данных при поиске и выборе технологической оснастки.</p>
5	Автоматизированный выбор и расчет технологических режимов.	<p>1. Показать особенности и методику применения технологических расчетных модулей при назначении режимов резания.</p> <p>2. Описать методику использования расчетных модулей при расчетах технологических режимов.</p> <p>3.</p> <p>4. Какая информация должна присутствовать в технологии для выполнения автоматизированного расчета режимов резания.</p> <p>5. Перечислить технологические базы данных, используемые в САРР приложениях для назначения режимов резания.</p> <p>6. Особенности подключения эскизов к переходам в технологии в САРР приложениях.</p> <p>7. Поясните методику и способы создания технологических эскизов в САРР приложениях.</p> <p>8. Описать методику использования расчетных модулей при расчетах технологических режимов.</p> <p>9. Способы создания текстовой части переходов.</p> <p>10. Перечислить исходную информацию для выполнения расчетов технологических режимов в САРР приложениях.</p>
6	Нормирование технологических процессов с использованием САРР-систем.	<p>1. Назначение модулей технологического нормирования в САРР-системах.</p> <p>2. Какая исходная информация используется при выполнении технологического нормирования в САРР системах?</p> <p>3. Особенности использования модулей технологического нормирования.</p> <p>4. Какие базы данных могут использоваться при выполнении технологического нормирования в САРР системах?</p> <p>5. Перечислите основные этапы при выполнении технологического нормирования в САРР системах.</p>
7	Проектирование технологии механической обработки на основе ТП-аналога	<p>1. Сущность проектирование ТП на основе техпроцесса-аналога.</p> <p>2. Проектирование ТП на основе дублирующей технологии. Дерево технологий.</p> <p>3. Проектирование ТП с использованием БД переходов.</p> <p>4. Проектирование ТП с использованием библиотеки типовых операций.</p> <p>Система расчета режимов резания. Назначение. Используемые базы данных.</p>

8	Проектирование ТП с использованием баз данных типовых операций и переходов	
9	Автоматизированное проектирование технологических процессов с использованием дублирующей технологии	
10	Разработка технологических процессов сборки с использованием САПР ТП	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Особенности проектирования технологических процессов сборки в САПР приложениях</li> <li>2. Основные этапы разработки ТП сборки с использованием САПР приложений.</li> <li>3. Опишите уровневую структуру представления информации о технологии в САПР приложениях.</li> <li>4. Показать особенности и методику применения баз данных при проектировании технологии сборки в САПР приложениях.</li> <li>5. Комплектация сборочных операций при проектировании технологии сборки в САПР приложениях.</li> </ol> <p>Особенности подключения 3D моделей сборок и деталей.</p>
12	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>
семестр № 9		
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 приложениях?</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> <li>4. Какие виды токарной обработки (операций) проектируются в NX САМ.</li> <li>5. Методика задания геометрии при проектировании контурных токарных операций в САМ модулях (системах)</li> <li>6. Перечислите последовательность действий при программировании токарной обработки в NX САМ</li> <li>7. Рабочая система координат (РСК)</li> <li>8. Перечислите возможности выбора типа заготовки при программировании токарной обработки в NX САМ.</li> <li>9. Какие возможности ограничения области резания в NX САМ?</li> <li>10. Перечислите основные шаблоны (типы) операций осевого сверления при программировании токарной обработки в NX САМ.</li> </ol>
2	Программирование фрезерно-сверлильной обработки призматических деталей в NX САМ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что является исходной информацией при проектировании фрезерно-сверлильной обработки в САМ приложениях?</li> <li>2. Основные этапы подготовки управляющих программ для фрезерной обработки с использованием САМ приложений.</li> </ol>

		<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 САМ.</p> <p>5. Методика задания геометрии при проектировании фрезерно-сверлильных операций в NX САМ.</p> <p>6. Перечислите последовательность действий при программировании обработки граней с отверстиями в NX САМ</p> <p>7. Какие возможности ограничения области резания в NX САМ?</p>
3	Программирование фрезерной 3-х координатной обработки в САМ системах	<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 САМ.</p> <p>3. Указать основные шаблоны резания при настройке траектории для контурной 3-х координатной обработки с фиксированной осью в NX САМ.</p> <p>4. Параметры настройки вспомогательных перемещений для контурной 3-х координатной обработки с фиксированной осью в NX САМ.</p> <p>5. Возможности настройки параметров врезания, погружения и переходов между контурами при контурной 3-х координатной обработке с фиксированной осью в NX САМ.</p> <p>6. Особенности настройки многопроходной контурной 3-х координатной обработки с фиксированной осью в NX САМ.</p> <p>7. Параметры контурной 3-х координатной обработки с параметром управления по линиям «потока» (STREAMLINE) в NX САМ.</p> <p>8. Сущность операции контурной 3-х координатной обработки с настройкой обработки поднутрений (в NX САМ).</p> <p>9. Основные параметры управления при настройке 3-х координатных контурных операций для доработки углов.</p>
4	Программирование токарно-фрезерной обработки в САМ системах	<p>1. Описать типовую последовательность проектирования токарно-фрезерной обработки в NX САМ.</p> <p>2. Описать структуру настройки иерархической группы геометрии при проектировании токарно-фрезерной обработки с вспомогательным шпинделем.</p> <p>3. Особенности задания системы координат станка?</p> <p>4. Стратегии определения заготовки при программировании токарно-фрезерной обработки в NX САМ</p> <p>5. Описать цели и методику задания перемещений маневрирования и плоскостей ограничений при проектировании токарно-фрезерной обработки в NX САМ.</p> <p>6. Описать содержание и необходимость этапов “Создания программы”, “Генерации траектории” и “Симуляция обработки” для токарно-фрезерной обработки в NX САМ</p>
5	Программирование фрезерной 5-ти осевой обработки в САМ системах	<p>1. Привести примеры 5-осевой позиционной обработки.</p> <p>2. Виды 5-осевой обработки. Их особенности.</p> <p>3. Использование вспомогательных систем координат при 5-осевой обработке.</p> <p>4. В чем особенность 3-х осевых контурных операций при 5-осевой позиционной обработки.</p> <p>5. Возможности симуляции станка.</p>

		<p>6. Особенности 5-осевой непрерывной обработки.</p> <p>7. Привести примеры использования 5-осевой непрерывной обработки.</p> <p>8. Перечислить основные операции, применяемые при 5-осевой непрерывной обработке в NX CAM.</p> <p>9. Методика и параметры 5-осевой операции с переменным контуром.</p> <p>10. Методика и параметры 5-осевой операции с управлением вдоль потока.</p> <p>11. Методика и параметры 5-осевой операции с управлением «профиль по контуру».</p> <p>12. Методика выбора и ориентации оси инструмента при 5-осевой операции переменным контуром.</p> <p>13. Особенности 5-осевой операции с переменным контуром с управлением «вдоль потока»</p>
6	Программирование высокоскоростной обработки в САМ системе	<p>1. В каких случаях технологически обосновано применения высокоскоростной обработки (ВСО).</p> <p>2. Технологические особенности программирования высокоскоростной обработки.</p> <p>3. Перечислить специализированные стратегии, используемые 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>
7	Постпроцессинг. Подготовка пакета технологической и цеховой документации на изделие	<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>5</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 САЕ систем при выполнении инженерного анализа технологичности конструкций деталей машиностроения

#### 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

<sup>5</sup> В ходе текущей аттестации могут быть использованы балльно-рейтинговые шкалы.

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 подготовки производства	Не знает содержание курса. Не умеет выбирать виды и состав современных цифровых программных средств, и использовать функциональные возможности для автоматизации подготовки	Умеет выбирать виды и состав современных цифровых программных средств, и использовать функциональные возможности для автоматизации подготовки, но часто делает ошибки	Умеет выбирать виды и состав современных цифровых программных средств, и использовать функциональные возможности для автоматизации подготовки, но иногда допускает практические ошибки	Умеет правильно выбирать виды и состав современных цифровых программных средств, и использовать функциональные возможности для 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	Допускает грубые ошибки при разработке конструкции изделий и технологических процессов на основе	Допускает незначительные ошибки при разработке конструкции изделий и технологических процессов на	Не допускает разработке конструкции изделий и технологических процессов на основе применения	Самостоятельно оценивает проверяет и анализирует результаты разработки конструкций изделий и

интегрированных программных средств	применения интегрированных программных средств	основе применения интегрированных программных средств	интегрированных программных средств	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 САЕ систем при выполнении инженерного анализа технологичности конструкций деталей машиностроения	Не владеет навыками использования САЕ систем при выполнении инженерного анализа технологичности конструкций деталей машиностроения	Не достаточно уверенно применяет навыки использования САЕ систем при выполнении инженерного анализа технологичности конструкций деталей машиностроения	Владение навыками использования САЕ систем при выполнении инженерного анализа технологичности конструкций деталей машиностроения, но иногда допускает ошибки	Уверенно владеет навыками использования САЕ систем при выполнении инженерного анализа технологичности конструкций деталей машиностроения
Владение навыками проектирования деталей, сборочных единиц и технологий изготовления изделий с	Не владеет навыками проектирования деталей, сборочных единиц и технологий изготовления	Не достаточно уверенно владеет навыками проектирования деталей, сборочных единиц и технологий	Самостоятельно выполняет трудовые действия по проектированию деталей, сборочных единиц и	Полностью самостоятельно выполняет трудовые действия по проектированию деталей, сборочных единиц и технологий

использованием CAD и CAPP систем	изделий с использованием CAD и CAPP систем	изготовления изделий с использованием CAD и CAPP систем	технологий изготовления изделий с использованием CAD и CAPP систем, с консультациями наставника	изготовления изделий с использованием CAD и CAPP 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, 2017. – 180 с. – Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2016053115423583300000652185>
2. 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>
3. 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>
4. 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>
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. Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2016032209181147900000658116>
6. 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.
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>
8. Губич, Л. В. Информационные технологии поддержки жизненного цикла изделий машиностроения: проблемы и решения / Л. В. Губич, И. В. Емельянович, Н. И. Петкевич ; ред. О. Н. Пручковская. – Минск : Белорусская наука, 2010. – 286 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=142436> (дата обращения: 02.11.2022). – ISBN 978-985-08-1243-8. – Текст : электронный.

#### **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: [/biblioclub.ru/index.php?page=book&id=330561](https://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: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259325> (18.01.2017).
5. Максимова, А. А. Инженерное проектирование в средах САД: геометрическое моделирование средствами системы «КОМПАС-3D»: учебное пособие / А. А. Максимова. – Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2016. – 238 с. : ил.,табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497289> (дата обращения: 02.11.2022). – Библиогр.: с. 233. – ISBN 978-5-7638-3367-6. – Текст : электронный.

#### **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

## 7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ<sup>6</sup>

Рабочая программа утверждена на 20\_\_\_\_ /20\_\_\_\_ учебный год  
без изменений / с изменениями, дополнениями<sup>7</sup>

Протокол № \_\_\_\_\_ заседания кафедры от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_  
подпись, ФИО

---

<sup>6</sup> Заполняется каждый учебный год на отдельных листах

<sup>7</sup> Нужно подчеркнуть