


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

СОГЛАСОВАНО
Директор института
магистратуры
И.В.Космачева
« 22 » _____ 2023 г.



УТВЕРЖДАЮ
Директор института технологического
оборудования и машиностроения
С.С.Латышев
« 22 » _____ 05 _____ 2023 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

**Компьютерный инжиниринг и цифровые технологии в
машиностроении**

направление подготовки:

15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств

Направленность образовательной программы:

Производственный инжиниринг и цифровые технологии в машиностроении

Квалификация

магистр

Форма обучения

Очная

Институт: Технологического оборудования и машиностроения

Выпускающая кафедра: Технологии машиностроения

Белгород – 2023

Рабочая программа составлена на основании требований:

▪ Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», утвержденное приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 17 августа 2020 г. № 1046

▪ плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2023 году.

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

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

«15» 05 2023 г. прот. № 11

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

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

«22» 05 2023 г. прот. № 6

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	<p>ОПК-6 Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые системы автоматизированного проектирования производственно-технологической документации машиностроительных производств.</p>	<p>ОПК-6.1 Определяет состав модулей и использует функциональные возможности современных цифровых системы подготовки производства</p>	<p>Знать: Функциональные возможности современных цифровых систем, предназначенных для автоматизации подготовки производства и проектирования производственно-технологической документации Уметь: Выбирать виды и состав современных цифровых программных средств, в зависимости от решаемых проектных задач Владеть: Навыками и методиками автоматизированного проектирования производственно-технологической документации машиностроительных производств</p>
		<p>ОПК-6.2 Применяет современные цифровые системы автоматизированного проектирования для разработки производственно-технологической документации машиностроительных производств на основе цифровых 3D моделей</p>	<p>Знать: Принципы и методики разработки производственно-технологической документации с использованием электронных макетов изделий Уметь: Создавать цифровые 3D модели деталей и сборочных единиц Владеть: Навыками формирования производственно-технологической документации на основе цифровых 3D моделей деталей и сборочных единиц</p>

Профессиональные компетенции	ПК-2. Способен проектировать технологические операции, выполнять разработку и контроль управляющих программ для изготовления деталей на токарных, фрезерных станках и многокоординатных обрабатывающих центрах (ОЦ) с ЧПУ с использованием САМ-систем	ПК-2.3 Выполняет разработку траекторий движения инструментов и их комбинаций в САМ-системе для обработки заготовок на токарных, фрезерных станках и многокоординатных ОЦ с ЧПУ	<p>Знать: Виды САМ-систем и их функциональные возможности: назначение, основные средства, этапы подготовки УП для оборудования с ЧПУ при помощи САМ-системы</p> <p>Уметь: Создавать комбинированные траектории движения различных инструментов, применять стратегии обработки заготовок при помощи САМ-систем.</p> <p>Владеть: Навыками создания технологических операций, выбора инструмента, технологических режимов, стратегий при формировании траекторий движения инструментов для обработки различных поверхностей с помощью САМ-систем.</p>
		ПК-2.4 Выполняет контроль траекторий движения инструментов для обработки заготовок на токарных, фрезерных станках и многокоординатных ОЦ с ЧПУ	<p>Знать: Возможности и методы проверки сформированной траектории инструмента с помощью САМ-систем</p> <p>Уметь: Контролировать траекторию движения инструмента автоматизированным способом на предмет геометрических ошибок, с имитацией снятия припуска</p> <p>Владеть: Навыками выполнения проверки траектории движения инструмента в САМ-системах при обработке различных поверхностей и их сочетаний с применением различных критериев.</p>

		<p>ПК-2.5 Выполняет Формирование УП для изготовления деталей средней сложности на токарных, фрезерных станках и ОЦ с ЧПУ</p>	<p>Знать: Методику и возможности формирования УП с помощью САМ-системы Уметь: Формировать УП обработки заготовок деталей средней сложности при помощи САМ-системы Владеть: Навыками формирования УП для различных УЧПУ с учетом применяемого типа оборудования.</p>
		<p>ПК-2.6 Выполняет проведение автоматизированной проверки УП для изготовления деталей средней сложности на токарных, фрезерных станках и многокоординатных ОЦ с ЧПУ с помощью специализированных модулей САМ- систем и (или) имитационного программного обеспечения на разработанные технологические процессы изготовления деталей машиностроения средней сложности</p>	<p>Знать: Специализированные программные модули визуального контроля САМ-систем и (или) программного обеспечения верификации УП Уметь: Контролировать УП с имитацией съема материала с применением САМ- систем Владеть: Навыками выполнения проверки разрабатываемых операций по различным критериям с визуализацией траектории инструмента и имитацией съема материала в САМ-приложениях.</p>

	<p>ПК-4. Способен осуществлять разработку проектов изделий и технологий с использованием средств автоматизированного проектирования</p>	<p>ПК-4.1 Применяет современные методы автоматизированного проектирования при разработке технологичных конструкций деталей машиностроения с использованием интегрированных CAD/CAE систем</p>	<p>Знать: 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>Уметь: 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>Владеть: Навыками применения функциональных возможностей CAD-, CAE-систем для разработки геометрических моделей новых конструкций изделий их анализа, редактирования и изменения их параметров</p>
--	---	---	--

		<p>ПК-4.2 Выполняет автоматизированное проектирование технологических процессов изготовления машиностроительных изделий с применением САРР и САМ систем</p>	<p>Знать: Назначение САРР- и САМ-систем, их функциональные возможности для проектирования технологических процессов изготовления машиностроительных изделий, принципы построения технологических процессов</p> <p>Уметь: Использовать САРР- и САМ системы для разработки маршрутных и операционных технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности</p> <p>Владеть: 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>
--	--	---	---

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
1	Компьютерный инжиниринг и цифровые технологии в машиностроении

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

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Проектирование технологических операций программной обработки
2	Компьютерный инжиниринг и цифровые технологии в машиностроении
3	Производственная технологическая (проектно- технологическая) практика

2. Компетенция ПК-4. Способен осуществлять разработку проектов изделий и технологий с использованием средств автоматизированного проектирования.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Компьютерный инжиниринг и цифровые технологии в машиностроении
2	Производственная технологическая (проектно- технологическая) практика

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 1	Семестр № 2	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	360	138	106	116
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	142	51	53	38
лекции	34	17	17	
лабораторные	102	34	34	36
практические				
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации ¹	4		2	2
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	218	50	50	118
Курсовой проект				
Курсовая работа	36			36
Расчетно-графическое задания				
Индивидуальное домашнее задание				
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	146	50	50	46
Экзамен	36	зачет	зачет	36

¹ включают предэкзаменационные консультации (при наличии), а также текущие консультации из расчета 10% от лекционных часов (приводятся к целому числу)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 1 Семестр 1

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Современные системы автоматизации этапа подготовки производства					
	Основные задачи автоматизации конструкторской и технологической подготовки машиностроительного производства. Современное ПО автоматизации конструкторской и технологической подготовки производства. Требования к ПО. Системы отечественных производителей. Зарубежные системы. Интеграция систем моделирования изделий конструкторской и технологической подготовки производства.	2			4
2. Цифровые системы автоматизированной конструкторской подготовки					
	Решение задач, связанных с дизайном, конструированием, компьютерным моделированием. Создание цифровых макетов изделий. Получение конструкторской документации на основе твердотельных моделей деталей и сборок.	6		12	16
3. Автоматизация инженерного анализа на основе цифровых макетов изделий					
	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.	9		22	30
4. Цифровые системы автоматизации технологической подготовки					
	Классификация систем технологической подготовки производства. Программное обеспечение отечественных и зарубежных систем. Комплексные системы технологической подготовки производства. Состав современных систем технологической подготовки производства. Технологические модули. Задачи, решаемые при использовании систем автоматизированной технологической подготовки производства. Системы автоматизации проектирования программной обработки на оборудовании с ЧПУ.				
	Всего	17		34	50

Курс 1 Семестр 2

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
4. Цифровые системы автоматизации технологической подготовки					
	Классификация систем технологической подготовки производства. Программное обеспечение отечественных и зарубежных систем. Комплексные системы технологической подготовки производства. Состав современных систем технологической подготовки производства. Технологические модули. Задачи, решаемые при использовании систем автоматизированной технологической подготовки производства. Системы автоматизации проектирования программной обработки на оборудовании с ЧПУ.	17		34	46
	Всего	17		34	50

Курс 2 Семестр 3

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Современные системы автоматизации этапа подготовки производства					
	Основные задачи автоматизации конструкторской и технологической подготовки машиностроительного производства. Современное ПО автоматизации конструкторской и технологической подготовки производства. Требования к ПО. Системы отечественных производителей. Зарубежные системы. Интеграция систем моделирования изделий конструкторской и технологической подготовки производства.				
2. Цифровые системы автоматизированной конструкторской подготовки					
	Решение задач, связанных с дизайном, конструированием, компьютерным моделированием. Создание цифровых макетов изделий. Получение конструкторской документации на основе твердотельных моделей деталей и сборок.		14		20
3. Автоматизация инженерного анализа на основе цифровых макетов изделий					
	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.		6		10
4. Цифровые системы автоматизации технологической подготовки					
	Классификация систем технологической подготовки производства. Программное обеспечение отечественных и зарубежных систем. Комплексные системы технологической подготовки производства. Состав современных систем технологической подготовки производства. Технологические модули. Задачи, решаемые при использовании систем автоматизированной технологической подготовки производства. Системы автоматизации проектирования программной обработки на оборудовании с ЧПУ.		14		20
	Всего		34		50

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

семестр № 3				
1	Цифровые системы автоматизированной конструкторской подготовки	Проектирование цифрового макета детали (индивидуальное задание)	6	8
2		Проектирование цифрового макета сборочной единицы (индивидуальное задание)	4	6
3	Автоматизация инженерного анализа на основе цифровых макетов изделий	Исследование конструкции изделия с использованием CAE систем. Создание отчетов.	6	10
4	Цифровые системы автоматизированной конструкторской подготовки	Формирование комплекта конструкторской документации на изделие в цифровом виде	4	6
6	Цифровые системы автоматизации технологической подготовки	Проектирование технологии механической обработки детали в САРР приложениях.	4	6
7		Формирование комплекта технологической документации.	2	4
8		Разработка операций программной обработки для станков с ЧПУ.	6	8
9		Проверка управляющей программы. Формирование цеховой документации.	2	2
ИТОГО:			34	50
ВСЕГО:			34	50

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 1				
1.	Цифровые системы автоматизированной конструкторской подготовки	Разработка цифровых твердотельных макетов детали.	4	4
2.		Разработка цифровых твердотельных макетов сборочных единиц.	4	4
3.		Разработка конструкторской документации на основе цифровых макетов деталей	4	4
4.		Разработка конструкторской документации на основе цифровых макетов сборочных единиц	4	4
5.	Системы автоматизации инженерных расчетов и инженерного анализа	Методы создания 3D конечно-элементных сеток	2	4
6.		Создания и редактирования FEM моделей деталей.	2	4
7.		Создание и редактирование FEM моделей сборочных единиц	4	6

8.		Создание и редактирование расчетных моделей деталей в САЕ приложениях	4	6
9.		Создание и редактирование расчетных моделей сборочных единиц САЕ приложениях	4	6
10.		Технологии визуализации и обработки результатов симуляции	2	4
ИТОГО:			34	46

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 2				
1.	Автоматизированная технологическая подготовка производства	Создание проекта технологии изготовления в САРР-системе на основе электронных макетов.	2	2
2.		Разработка оптимальных технологических маршрутов изготовления изделия с использованием САРР-систем.	2	4
3.		Создание и управление технологическими переходами.	2	2
4.		Расчет и выбор технологических режимов. Корректирована баз данных расчетных модулей.	2	4
5.		Нормирование технологических процессов с использованием САРР-систем.	2	4
6.		Автоматизированное формирование и управление комплектами технологической документации.	2	4
7.		Программирование фрезерно-сверильной обработки призматических деталей в NX САМ	2	3
8.		Программирование токарно-фрезерной обработки в САМ системах	4	5
9.		Программирование фрезерной 5-ти осевой обработки в САМ системах	4	5
10.		Автоматизация программирования при обработке моноколес	2	3
11.		Программирование высокоскоростной обработки в САМ системе	4	3
12.		Программирование измерительных циклов с использованием САМ приложений	2	3
13.		Автоматизированная проверка УП в САМ системах	4	6
ИТОГО:			34	50
ВСЕГО:			68	96

4.4. Содержание курсового проекта/работы²

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

Целью курсовой работы по дисциплине «Компьютерный инжиниринг и цифровые технологии в машиностроении» является углубление и расширение теоретических знаний, получение практических навыков решения проектных и расчетных задач на этапе конструкторского и технологического проектирования с использованием интегрированный САПР. Выполнение курсовой работы является самостоятельной комплексной работой студента.

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

Типовая формулировка темы курсовой работы – «Автоматизация подготовки производства изделия (*наименование и код изделия*) на основе цифровых технологий и программных комплексов.

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

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

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

В третьем разделе курсовой работы приводится обоснование необходимости инженерного анализа и изделия с использованием САЕ приложений, ставятся задачи и цели, приводится содержание этапов исследования конструкции в САЕ-системе и результаты.

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

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

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий³

Не предусмотрено учебным планом

² Если выполнение курсового проекта/курсовой работы нет в учебном плане, то в данном разделе необходимо указать «Не предусмотрено учебным планом»

³ Если выполнение расчетно-графического задания/индивидуального домашнего задания нет в учебном плане, то в данном разделе необходимо указать «Не предусмотрено учебным планом»

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

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

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-6.1. Определяет состав модулей и использует функциональные возможности современных цифровых системы подготовки производства	Экзамен, защита лабораторной работы, дифференцированный зачет при защите курсовой работы, тестовый контроль, собеседование.
ОПК-6.2. Применяет современные цифровые системы автоматизированного проектирования для разработки производственно-технологической документации машиностроительных производств на основе цифровых 3D моделей	Экзамен, защита лабораторной работы, дифференцированный зачет при защите курсовой работы, тестовый контроль, собеседование.

2. Компетенция ПК-2. Способен проектировать технологические операции, 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-2.3. Выполняет разработку траекторий движения инструментов и их комбинаций в САМ-системе для обработки заготовок на токарных, фрезерных станках и многокоординатных ОЦ с ЧПУ	Защита лабораторной работы, дифференцированный зачет при защите курсовой работы, тестовый контроль.
ПК-2.4. Выполняет контроль траекторий движения инструментов для обработки заготовок на токарных, фрезерных станках и многокоординатных ОЦ с ЧПУ	Защита лабораторной работы, дифференцированный зачет при защите курсовой работы, тестовый контроль.
ПК-2.5. Выполняет Формирование УП для изготовления деталей средней сложности на токарных, фрезерных станках и ОЦ с ЧПУ	Защита лабораторной работы, дифференцированный зачет при защите курсовой работы, тестовый контроль.
ПК-2.6. Выполняет проведение автоматизированной проверки УП для изготовления деталей средней сложности на токарных, фрезерных станках и многокоординатных ОЦ с ЧПУ с помощью специализированных модулей САМ-систем и (или) имитационного программного обеспечения на разработанные технологические процессы изготовления деталей машиностроения средней сложности	Защита лабораторной работы, дифференцированный зачет при защите курсовой работы, тестовый контроль.

3. Компетенция ПК-4. Способен осуществлять разработку проектов изделий и технологий с использованием средств автоматизированного проектирования.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-4.1. Применяет современные методы	Экзамен, защита лабораторной работы,

<p>автоматизированного проектирования при разработке технологичных конструкций деталей машиностроения с использованием интегрированных CAD/CAE систем. ПК-4.2. Выполняет автоматизированное проектирование технологических процессов изготовления машиностроительных изделий с применением CAPP и CAM систем.</p>	<p>дифференцированный зачет при защите курсовой работы, тестовый контроль, собеседование.</p>
---	---

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Современные системы автоматизации этапа подготовки производства	<ol style="list-style-type: none"> 1. Место цифровых технологий и систем в подготовке производства 2. Структура интегрированной информационной среды. Концепция внедрения PLM-технологий 3. Базовые системы, обеспечивающие реализацию стратегии PLM 4. Цифровые технологии в проектировании изделий. Современное программное обеспечение для автоматизации конструкторского и технологического проектирования 5. Системы создания трехмерных моделей деталей и сборок. Цели трехмерного твердотельного моделирования 6. Оценка и выбор состава комплекса систем автоматизации КТПП в зависимости от производственных задач 7. Преимущества использования комплексных систем автоматизации подготовки производства 8. Основные требования к применяемым комплексам конструкторско-технологической подготовки производства 9. Классификация САПР по функциональным возможностям 10. Классификации современных САПР по их назначению
2	Цифровые системы автоматизированной конструкторской подготовки	<ol style="list-style-type: none"> 1. Требования к системам автоматизированной подготовки конструкторской документации 2. Классификации современных систем комплексной автоматизации конструкторской подготовки 3. Системы создания цифровых макетов деталей. 4. Цели трехмерного твердотельного моделирования. 5. Модули библиотек как средства автоматизации конструкторского проектирования. Работа с библиотеками. 6. Форматы для импорта и экспорта данных в системах трехмерного моделирования 7. Создание трехмерных моделей в системах UG NX. Основные функциональные возможности 8. Параметризация в моделях деталей и сборок. Типы параметризации. Назначение. 9. Основные методы проектирования моделей сборок. Взаимосвязь компонентов в сборке 10. Обеспечение методов сквозного проектирования при подготовке машиностроительного производства 11. Проектирование сборочных чертежей. Взаимосвязь спецификаций и сборочных чертежей. 12. Проектирование спецификаций. Взаимосвязь спецификаций и сборочных чертежей. 13. Проектирование спецификаций в системе КОМПАС. Режимы работы. Оформление. 14. Подготовка конструкторской документации с использованием трехмерных моделей деталей. 15. Ассоциативность моделей и рабочих чертежей. (ассоциативные виды, разрезы, сечения и т.п.) 16. Подготовка конструкторской документации с использованием трехмерных моделей сборок.

		<p>17. Автоматизированное проектирование спецификаций на основе цифровых 3D моделей сборочных единиц.</p> <p>18. Создание объектов спецификаций, связанных с трехмерными моделями сборок.</p>
3	Автоматизация инженерного анализа на основе цифровых макетов изделий	<ol style="list-style-type: none"> 1. Состав и назначение автоматизированных систем инженерного анализа. Виды задач, решаемых с помощью таких систем 2. Классификация и характеристики методов инженерного анализа. Приведите методы, реализованные в системах автоматизации инженерных расчетов. 3. Современные программные пакеты систем автоматизации инженерного анализа. 4. Дать характеристику возможностей CAE систем. Группы программ инженерного анализа (условная классификация). 5. Основы конечно-элементного моделирования (сущность метода). 6. Основные этапы инженерного анализа с использованием FEM в CAE системе. 7. Структура и этапы проведения инженерных расчетов с NX CAE. 8. Особенности подготовки CAD модели изделия для её использования в CAE приложениях. 9. Идеализированная модель. Особенности. 10. Конечно-элементная модель. Состав. Свойства. 11. Конечно-элементная модель. Особенности создания и редактирование конечно-элементных моделей (КЭМ). 12. Расчетная модель. Структура. Свойства. 13. Состав и структура результатов решения расчетной модели (отчет симуляции). 14. Методы создания 2D сеток. Виды 2D сеток. Примеры используемых конечных элементов. 15. Назначение 1Dконечных элементов. Виды элементов. Примеры используемых конечных элементов. 16. Приложение нагрузок в КЭМ. Виды нагрузок и краткая характеристика. 17. Назначение ограничений, условия на степени свободы в КЭМ. Виды ограничений. 18. Типы решаемых задач инженерного анализа в CAE системах. 19. Виды прочностных инженерных анализов. Сущность линейного анализа. 20. Виды прочностных инженерных анализов. Сущность нелинейного анализа. 21. Виды прочностных инженерных анализов. Сущность динамического анализа конструкций. 22. Виды прочностных инженерных анализов. Сущность анализа долговечности и усталости. 23. Виды инженерных анализов кинематики. Сущность анализа кинематики твердых и упругих тел. Сущность анализа кинематики упругих тел и проверки столкновений. 24. Виды инженерных мульти-физических анализов. Примеры. Сущность. 25. Виды инженерной оптимизации в CAEсистемах. Примеры сущность.
4	Цифровые системы автоматизации технологической	<ol style="list-style-type: none"> 1. Состав систем автоматизированной технологической подготовки производства. 2. Место систем автоматизированной технологической

	<p>подготовки</p>	<p>подготовки в структуре цифрового предприятия.</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Структура технологических процессов, используемая в системах Автоматизированной ТПП. 4. Методы проектирования техпроцессов. Отличительные особенности. Эффективность. 5. Сущность проектирование ТП на основе техпроцесса-аналога. 6. Проектирование ТП на основе дублирующей технологии. Дерево технологий. 7. Проектирование ТП с использованием БД переходов. 8. Проектирование ТП с использованием библиотеки типовых операций. 9. Система расчета режимов резания. Назначение. Используемые базы данных. 10. Трудовое нормирование технологических операций. Использование баз данных. 11. Формирование комплекта технологической документации. Структурная связь параметров технологического процесса с базами данных. 12. Требования к САМ приложениям в составе комплекса автоматизации подготовки производства. 13. Классификация, структура и состав САМ-систем. 14. Функциональные возможности САМ систем. 15. Место САМ систем в технологической подготовке производства. Интеграция с САД приложениями. 16. Этапы подготовки управляющих программ на основе цифровых макетов деталей с использованием САМ систем. 17. Особенности этапа создания операции в САМ системах. 18. Особенности программирования фрезерно-сверлильных операций в САМ системах. 19. Виды фрезерной обработки, программируемой в САМ системах. Стратегии обработки. 20. Особенности программирования токарно-фрезерной обработки в САМ системах. 21. Особенности программирования комплексной обработки в САМ системах. 22. Использование и редактирование базы данных используемых в САМ системах 23. Верификация и симуляция управляющих программ в САМ приложении. 24. Использование постпроцессоров для адаптации рабочей программы для различных систем ЧПУ.
--	--------------------------	---

5.2.2. Перечень контрольных материалов

для защиты курсового проекта/ курсовой работы

1. Оценка и выбор состава комплекса систем автоматизации КТПП в зависимости от производственных задач
2. Преимущества использования комплексных систем автоматизации подготовки производства
3. Классификации современных систем комплексной автоматизации конструкторской подготовки
4. Системы создания цифровых макетов деталей.
5. Основные методы проектирования моделей сборок. Взаимосвязь компонентов в сборке
6. Обеспечение методов сквозного проектирования при подготовке машиностроительного производства
7. Состав и назначение автоматизированных систем инженерного анализа. Виды задач.

Решаемых с помощью таких систем

8. Классификация и характеристики методов инженерного анализа. Приведите методы, реализованные в системах автоматизации инженерных расчетов.
9. Пояснить сущность конечно-элементного моделирования.
10. Основные этапы инженерного анализа с использованием САЕ систем.
11. Структура и этапы проведения инженерных расчетов с NXСАЕ.
12. Особенности подготовки САD модели изделия для её использования в САЕ приложениях.
13. Идеализированная модель. Особенности.
14. Конечно-элементная модель. Состав. Свойства.
15. Конечно-элементная модель. Особенности создания и редактирование конечно-элементных моделей (КЭМ).
16. Расчетная модель. Структура. Свойства.
17. Состав и структура результатов решения расчетной модели (отчет симуляции).
18. Этапы КЭ анализа в САЕ системах (NX САЕ).
19. Коллекторы КЭМ. Назначение. Типы.
20. Методы создания 3D сеток. Виды 3D сеток. Примеры используемых конечных элементов.
21. Методы создания 2D сеток. Виды 2D сеток. Примеры используемых конечных элементов.
22. Назначение 1Dконечных элементов. Виды элементов. Примеры используемых конечных элементов.
23. Приложение нагрузок в КЭМ. Виды нагрузок и краткая характеристика.
24. Назначение ограничений, условия на степени свободы в КЭМ. Виды ограничений.
25. Назначение ограничений, условия на степени свободы в КЭМ. Ограничения, задаваемые пользователем (UserDefinedConstraint).
26. Типы решаемых задач инженерного анализа в САЕ системах.
27. Виды прочностных инженерных анализов. Сущность линейного анализа.
28. Виды прочностных инженерных анализов. Сущность нелинейного анализа.
29. Виды прочностных инженерных анализов. Сущность динамического анализа конструкций.
30. Виды прочностных инженерных анализов. Сущность анализа долговечности и усталости.
31. Виды инженерных анализов кинематики. Сущность анализа кинематики твердых и упругих тел. Сущность анализа кинематики упругих тел и проверки столкновений.
32. Виды инженерной оптимизации в САЕсистемах. Примеры сущность.
33. Назначение САМ систем. Требования.
34. Функциональные возможности САМ систем.
35. Задачи, решаемые с использованием САМ систем.
36. Дать краткий обзор современных САМ систем.
37. Место САМ систем в технологической подготовке производства.
38. Этапы подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ с использованием САМ систем.
39. Подготовка и выбор геометрии обрабатываемой детали и заготовки.
40. Особенности этапа создания операции в САМ системах.
41. Виды обработки, программируемые с использованием САМ систем.
42. Особенности программирования фрезерной обработки в САМ системах.
43. Виды фрезерной обработки, программируемой в САМ системах. Стратегии обработки.
44. Особенности программирования токарной обработки в САМ системах.
45. Виды токарной обработки, программируемой в САМ системах. Стратегии обработки.
46. Особенности программирования комплексной обработки в САМ системах.
47. Базы данных используемые в САМ системах
48. Раскрыть задачи визуализации обработки на станках с ЧПУ.
49. Использование постпроцессоров для адаптации рабочей программы для различных систем ЧПУ.

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

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

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

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
1.	Разработка цифровых твердотельных макетов детали.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какими параметрами характеризуется цифровой макет изделия? 2. Требования ГОСТ к цифровым макетам деталей? 3. Укажите возможности параметрических цифровых макетом деталей? 4. Какими параметрами в цифровой модели задается точность детали? 5. Какими средствами обеспечивается задание технологических параметров в цифровом макете детали?
2.	Разработка цифровых твердотельных макетов сборочных единиц.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Особенности создания цифровых макетов сборочных единиц. 2. Методы проектирования цифровых макетов сборочных единиц в САД приложениях. 3. Методы и возможности контекстного редактирования цифровых макетов сборочных единиц. 4. Способы задания точности расположения компонентов в цифровых макетах изделий. 5. Средства анализа геометрических цифровых макетов сборочных единиц.
3.	Разработка конструкторской документации на основе цифровых макетов деталей	<ol style="list-style-type: none"> 1. Назвать особенности создания ассоциативных чертежей с использованием моделей деталей. 2. В чем сущность ассоциативной связи рабочих чертежей и цифровых 3D моделей деталей. 3. Перечислите базовые операции создания видов в чертеже с использованием 3D моделей деталей. 4. Перечислить виды информации, передаваемых в чертеж формируемый на основе 3D моделей деталей. 5. Указать преимущества использования на чертежах видов, ассоциативно связанных с 3D моделями деталей. 6. Перечислить параметры видов в чертеже полученных на основе 3D моделей деталей. 7. Особенности настройки параметров чертежей получаемых на основе 3D моделей деталей.
4.	Разработка конструкторской документации на основе цифровых макетов сборочных единиц	<ol style="list-style-type: none"> 1. В чем проявляется ассоциативная связь сборочного чертежа и спецификации. 2. В чем проявляется ассоциативная связь чертежей деталей и спецификации. 3. Показать особенности создания комплектов конструкторской документации, включающих рабочие и сборочные чертежи, спецификации, с учетом их ассоциативных связей. 4. В чем сущность ассоциативной связи спецификаций,

		<p>сборочных и рабочих чертежей, и цифровых 3D моделей сборочных единиц и деталей.</p> <p>5. Перечислите информационные связи в комплектах конструкторской документации, на основе ассоциативности.</p> <p>6. Указать преимущества использования на чертежах видов, ассоциативно связанных с 3D моделями деталей.</p>
5.	Методы создания 3D конечно-элементных сеток	<p>1. Назначение 3D конечных элементов</p> <p>2. Основные типы 3D конечных элементов в САЕ приложениях.</p> <p>3. Основные типы 3D сеток в конечно-элементных моделях NX САЕ.</p> <p>4. Характеристики 3D тетраэдральных элементов, используемых в конечно-элементных моделях.</p> <p>5. Характеристики 3D гексаэдральных элементов, используемых в конечно-элементных моделях</p> <p>6. Возможности управления параметрами при создании 3D тетраэдральных сеток в NX САЕ.</p> <p>7. Возможности управления параметрами при создании 3D гексаэдральных сеток в NX САЕ.</p> <p>8. Основные правила при генерации 3D гексаэдральных сеток в NX САЕ</p> <p>9. Возможности управления параметрами сетки на ребрах конечно-элементных моделей при создании 3D сеток</p>
6.	Создания и редактирования FEM моделей деталей.	<p>10. Основные этапы создания FEM на основе САД модели в NX САЕ.</p> <p>11. Перечислить команды (операции) создания 2D сеток.</p> <p>12. Перечислить команды (операции) создания 3D сеток.</p> <p>13. Команды создания FEM.</p> <p>14. В чем заключается ассоциативная связь конечно-элементной и идеализированной моделей?</p> <p>15. Методика задание физических свойств модели.</p>
7.	Создание и редактирование FEM моделей сборочных единиц	<p>1. Способы создания КЭ моделей сборок.</p> <p>2. Особенности и этапы ассоциативного способа создания КЭ моделей сборок.</p> <p>3. Особенности и этапы не ассоциативного способа создания КЭ моделей сборок.</p> <p>4. Инструменты (возможности) связи КЭ компонентов в единую КЭ модель сборки.</p> <p>5. Особенности редактирование КЭ моделей сборок.</p>
8.	Создание и редактирование расчетных моделей деталей в САЕ приложениях	<p>1. Структура расчетной модели в NX САЕ.</p> <p>2. Назначение контейнеров нагрузок в NX САЕ.</p> <p>3. Назначение контейнеров ограничений в NX САЕ.</p> <p>4. Какие объекты модели можно использовать для приложения нагрузок и ограничений.</p> <p>5. Команды создания файла (модели) симуляции в NX САЕ.</p> <p>6. Состав файла симуляции. Добавление и редактирование данных файла симуляции (расчетной модели).</p> <p>7. Методика создания решения в расчетной модели</p>

		<p>приложения NX CAE.</p> <p>8. Как возможно изменить параметры решения в расчетной модели приложения NX CAE.</p> <p>9. Виды и команды задания ограничений в расчетных моделях в зависимости от вида расчета.</p> <p>10. Виды и команды задания нагрузок в расчетных моделях в зависимости от вида расчета.</p> <p>11. Особенности приложения нагрузок «сила» и «момент».</p> <p>12. Особенности приложения нагрузок «давление» и «центробежное давление».</p> <p>13. Особенности приложения нагрузок «сила тяжести» и «центробежная нагрузка».</p> <p>14. Особенности задания «пользовательских» ограничений</p> <p>15. Особенности задания «шарнирных» ограничений.</p>
9.	Создание и редактирование расчетных моделей сборочных единиц CAE приложениях	<p>1. Структура расчетной модели в NX CAE.</p> <p>2. Назначение контейнеров нагрузок в NX CAE.</p> <p>3. Назначение контейнеров ограничений в NX CAE.</p> <p>4. Какие объекты модели сборки можно использовать для приложения нагрузок и ограничений.</p> <p>5. Методика создания решения в расчетной модели сборки приложения NX CAE.</p> <p>6. Как возможно изменить параметры решения в расчетной модели приложения NX CAE.</p> <p>7. Виды и команды задания ограничений в расчетных моделях сборок.</p> <p>8. Виды и команды задания нагрузок в расчетных моделях сборок.</p> <p>9. Особенности приложения нагрузок «вынуждающее перемещение».</p> <p>10. Особенности приложения нагрузок «пространственный шарнир».</p> <p>11. Особенности приложения нагрузок «сила тяжести» и «центробежная нагрузка».</p> <p>12. Задание условий контактного взаимодействия.</p> <p>13. Задание условий соединения поверхностей.</p> <p>14. Особенности задания ограничений «предварительная затяжка болта».</p>
10.	Технологии визуализации и обработки результатов симуляции	<p>15. Команды проверки и запуска решений.</p> <p>16. Возможности просмотра результатов выполненного анализа.</p> <p>17. Управление видом модели в постпроцессорной подготовке.</p> <p>18. Возможности настройки отображения результатов анализа в NX CAE.</p> <p>19. Возможности настройки отображения результатов анализа</p> <p>20. Экспорт данных результатов расчета.</p>
1	Создание проекта технологии изготовления в CAPP-системе на основе	<p>1. Состав систем автоматизированной технологической подготовки производства.</p> <p>2. Место систем автоматизированной технологической</p>

	электронных макетов.	<p>подготовки в структуре цифрового предприятия.</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Структура технологических процессов, используемая в системах Автоматизированной ТПП. 4. Методы проектирования техпроцессов. Отличительные особенности. Эффективность.
2	Разработка оптимальных технологических маршрутов изготовления изделия с использованием САРР-систем.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сущность проектирование ТП на основе техпроцесса-аналога. 2. Проектирование ТП на основе дублирующей технологии. Дерево технологий. 3. Проектирование ТП с использованием БД переходов. 4. Проектирование ТП с использованием библиотеки типовых операций. 5. Система расчета режимов резания. Назначение. Используемые базы данных.
3	Создание и управление технологическими переходами.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Способы создания текстовой части переходов. 2. Редактирование текстовой части переходов. Создание размерных величин в тексте перехода. 3. Копирование и перенос содержания переходов в рамках одной технологии. 4. Копирование содержания переходов из разных технологий с использованием дерева технологии. 5. Сохранение одного или нескольких переходов в базе данных. 6. Дублирование переходов в различных технологических процессах.
4	Расчет и выбор технологических режимов. Корректирована баз данных расчетных модулей.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Показать особенности и методику применения технологических расчетных модулей при назначении режимов резания. 2. Какая информация должна присутствовать в технологии для выполнения автоматизированного расчета режимов резания. 3. Перечислить технологические базы данных, используемые в САРР приложениях для назначения режимов резания. 4. Особенности подключения эскизов к переходам в технологии в САРР приложениях. 5. Поясните методику и способы создания технологических эскизов в САРР приложениях. 6. Описать методику использования расчетных модулей при расчетах технологических режимов. 7. Способы создания текстовой части переходов. 8. Перечислить исходную информацию для выполнения расчетов технологических режимов в САРР приложениях.
5	Нормирование технологических процессов с использованием САРР-систем.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Назначение модулей технологического нормирования в САРР-системах. 2. Какая исходная информация используется при выполнении технологического нормирования в САРР системах? 3. Особенности использования модулей технологического нормирования. 4. Какие базы данных могут использоваться при выполнении технологического нормирования в САРР

		<p>системах?</p> <p>5. Перечислите основные этапы при выполнении технологического нормирования в САПР системах.</p>
6	<p>Автоматизированное формирование и управление комплектами технологической документации.</p>	<p>1. На каком этапе разработки ТП возможно формирование комплекта технологической документации?</p> <p>2. Показать способы настройки комплектов технологической документации.</p> <p>3. Чем определяется количество формируемых карт эскизов для одной операции в САПР ТП.</p> <p>4. Показать возможности экспорта комплектов технологической документации в САПР ТП.</p> <p>5. Способы редактирования сформированной технологической документации.</p>
7	<p>Программирование фрезерно-сверлильной обработки призматических деталей в NX CAM</p>	<p>1. Что является исходной информацией при проектировании фрезерно-сверлильной обработки в САМ приложении?</p> <p>2. Основные этапы подготовки управляющих программ для фрезерной обработки с использованием САМ приложений.</p> <p>3. Какие особенности назначения геометрии обрабатываемой детали и заготовки при проектировании фрезерной обработки в САМ модуле.</p> <p>4. Какие стратегии обработки (операции) используются при проектировании фрезерования в NX 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>
8	<p>Программирование токарно-фрезерной обработки в САМ системах</p>	<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>
9	<p>Программирование фрезерной 5-ти осевой обработки в САМ системах</p>	<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 САМ.</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>
10	Автоматизация программирования при обработке моноколес	<p>1. Назначение специализированного модуля «MULTIBLADE MACHINING» в NX CAM.</p> <p>2. Особенности задания геометрии при программировании операций по обработке моноколес в NX CAM.</p> <p>3. Перечислить этапы (операции) при программировании обработки моноколес в NX CAM.</p> <p>4. Специфика и возможности черновой обработки моноколеса (Multiblade Roughing) в NX CAM.</p> <p>5. Специфика и параметры чистовой обработки лопатки (Blade Finishing) в NX CAM.</p> <p>6. Специфика и параметры чистовой обработки ступицы (Hub Finishing) в NX CAM.</p> <p>7. Особенности чистовой обработки скруглений (Blend Finishing) в NX CAM.</p>
11	Программирование высокоскоростной обработки в САМ системе	<p>1. В каких случаях технологически обосновано применения высокоскоростной обработки (BCO).</p> <p>2. Технологические особенности программирования высокоскоростной обработки.</p> <p>3. Перечислить специализированные стратегии, используемые при программировании BCO в NX CAM.</p> <p>4. Особенности применения и сущность трохоидального шаблона резания при программировании BCO.</p> <p>5. Особенности и параметры программирования BCO при фрезеровании погружением.</p>
12	Программирование измерительных циклов с использованием САМ приложений	<p>1. Назначение измерительных операций в NX CAM.</p> <p>2. Перечислить примеры решаемых задач при программировании измерений в САМ системах.</p> <p>3. Привести основные операции измерений в NX CAM.</p> <p>4. Привести методику и параметры операций измерения точки в NX CAM.</p> <p>5. Привести методику и параметры операций измерения цилиндра в NX CAM.</p> <p>6. Возможности использования результатов измерений.</p>
13	Автоматизированная проверка УП в САМ системах	<p>1. Задачи проверки УП</p> <p>2. Какие возможные ошибки могут быть выявлены при выполнении верификации в NX CAM?</p> <p>3. Какие параметры могут быть настроены при выполнении верификации в САМ приложениях (на примере NX CAM)?</p> <p>4. Охарактеризуйте опции отображения инструмента при выполнении верификации в NX CAM.</p> <p>5. Охарактеризуйте назначение опции «Настройки зарезов и столкновений».</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 – отлично⁴.

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
	Владение навыками проектирования деталей и сборочных единиц и технологий изготовления изделий с использованием САД и САРР систем
	Владение навыками создания с помощью САМ приложений технологических процессов механической обработки деталей средней сложности

⁴ В ходе текущей аттестации могут быть использованы балльно-рейтинговые шкалы.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

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

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения

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

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

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение навыками автоматизированного проектирования производственно-технологической документации	Не обладает навыками автоматизированного проектирования производственно-технологической документации	Обладает навыками автоматизированного проектирования производственно-технологической документации, но часто допускает ошибки	Обладает навыками автоматизированного проектирования производственно-технологической документации, но иногда допускает ошибки	Полностью обладает навыками автоматизированного проектирования производственно-технологической документации

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

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

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

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

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

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

Перечень основной литературы

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

Перечень дополнительной литературы

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

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

6.4. Перечень интернет ресурсов

1. https://www.plm.automation.siemens.com/ru_ru/about_us/russian_books.shtml – 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 – NX Advanced Simulation. Инженерный анализ
14. 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 – Основы NX CAM