

**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**

Автоматизация подготовки управляющих программ для станков с числовым программным управлением

направление подготовки:

15.03.01 Машиностроение

Направленность образовательной программы:

Технологии, оборудование и автоматизация  
машиностроительных производств

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

Заочная

**Институт:** Технологического оборудования и машиностроения

**Выпускающая кафедра:** Технологии машиностроения

Белгород – 2022

Рабочая программа составлена на основании требований:


- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 15.03.01 «Машиностроение»; утвержденное приказом Министерства образования и науки РФ от 09 августа 2021 г. № 727

- 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. Дуюн)

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
	ПК-7 Способен осуществлять автоматизированную разработку простых технологических операции обработки заготовок на станках с ЧПУ (производственно-технологический)	ПК-7.1 Формирует необходимую исходную информацию для разработки простых операций обработки заготовок на станках с ЧПУ с использованием САМ-системы	<p><b>Знать:</b> Назначение, возможности и методики автоматизированного проектирования программной обработки с использованием САМ-систем, редактирования 3D моделей, анализа конструкции, экспорта и импорта информационных данных 3D моделей в САМ-системы.</p> <p><b>Уметь:</b> Применять средства САД-, САМ-системы для редактирования элементов конструкций изделий, разработки и создания геометрических и технологических параметров в качестве исходных данных при разработке простых операций обработки заготовок на станках с ЧПУ</p> <p><b>Владеть:</b> Навыками использования функциональных возможностей САД-, САМ-систем для анализа геометрических и технологических параметров и формирования на основе 3D моделей исходных данных для автоматизированной разработки управляющих программ.</p>
		ПК-7.2 Выбирает технологические режимы простых операций обработки заготовок на станках с ЧПУ, использует САМ-, САРР-системы и базы данных производителей режущего инструмента	<p><b>Знать:</b> Функциональные возможности САМ- и САРР-систем для выбора, назначения и редактирования технологических режимов при автоматизированной подготовке управляющих программ</p> <p><b>Уметь:</b> Использовать технологические базы данных САМ- и САРР-систем, базы данных производителей режущих инструментов для выбора и назначения технологических режимов при проектировании программной обработки</p> <p><b>Владеть:</b> Навыками выбора и</p>

			редактирования технологических режимов для простых токарных и фрезерных операций в САМ- и САРР- системах
		<p><b>ПК-7.3</b>  Определяет последовательность обработки поверхностей, тип траектории обработки поверхностей, создает инструментальные переходы и информационные сообщения и станочные циклы, используя САРР- и САМ-системы</p>	<p><b>Знать:</b>  Технологические подходы и стратегии, реализованные в САМ- системах при планировании программной обработки различных поверхностей деталей машин</p> <p><b>Уметь:</b>  Выбирать последовательность обработки и стратегии перемещений режущего инструмента при разработке операций программной обработки в САМ-системах</p> <p><b>Владеть:</b>  Навыками выбора, создания и редактирования обрабатываемой геометрии детали и заготовки, операций, переходов, выбора инструмента и инструментальной оснастки, назначения режимов резания, параметров вспомогательных перемещений инструмента при проектировании программной обработки с использованием САМ-систем</p>
		<p><b>ПК-7.4</b>  Осуществляет постпроцессорную обработку управляющих программ, с целью их адаптации к конкретному станку с ЧПУ, используя САМ-системы</p>	<p><b>Знать:</b>  Виды постпроцессоров, используемых для адаптации управляющих программ к станкам с ЧПУ</p> <p><b>Уметь:</b>  Применять средства САМ-систем для постпроцессорной обработки управляющих программ, с целью их адаптации обрабатывающему оборудованию с ЧПУ</p> <p><b>Владеть:</b>  Навыками постпроцессорной обработки управляющих программ для простых токарных и фрезерных операций с использованием САМ-систем.</p>

		<p>ПК-7.5 Оформляет технологическую документацию на простые операции обработки заготовок на станках с ЧПУ, используя САД- и САРР-системы</p>	<p><b>Знать:</b> Задачи подготовки и состав технологической документации на простые операции обработки заготовок на станках с ЧПУ</p> <p><b>Уметь:</b> Использовать средства и методы автоматизированного формирования технологической документации, реализованные САД- и САРР-системах для программной обработки.</p> <p><b>Владеть:</b> Навыками формирования с использованием САД- и САРР-системы комплектов технологической документации для выполнения простых операций обработки заготовок на станках с ЧПУ.</p>
--	--	--	--

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция ПК-7.** Способен осуществлять автоматизированную разработку простых технологических операции обработки заготовок на станках с ЧПУ

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины <sup>1</sup>
1	Технологии изготовления деталей на оборудовании с числовым программным управлением
2	Автоматизация подготовки управляющих программ для станков с числовым программным управлением
3	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика
4	Производственная преддипломная практика
5	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

---

<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 4 зач. единиц, 144 часов.

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

Форма промежуточной аттестации экзамен

(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы <sup>3</sup>	Всего часов	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины, час	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	10	10
лекции	4	4
лабораторные	4	4
практические		
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации <sup>4</sup>	2	2
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	<b>134</b>	<b>134</b>
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задания		
Индивидуальное домашнее задание	9	9
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	89	89
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)

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

#### 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
<b>1. Подготовка 3D моделей деталей для проектирования программной обработки</b>					
	Подготовка цифровых моделей деталей машиностроения для передачи в САМ приложения. Средства и методы редактирование геометрии цифровых моделей деталей. Средства и методы передачи цифровых моделей в пакеты проектирования программной обработки на оборудовании с ЧПУ.	1			
<b>2. Проектирование программной обработки с помощью САМ приложений</b>					
	Задачи и методика автоматизированного проектирования технологии программной обработки. Этапы автоматизированной разработки УП для станков с ЧПУ в САМ приложениях. Автоматизированное проектирование токарных, фрезерных, токарно-фрезерных, комплексных операций на станках с числовым программным управлением с использованием различных стратегий обработки. Использование постпроцессирования и симуляция программной обработки. Формирование технологической и производственной документации с использованием CAD-, CAM-, CAPP-систем.	3		4	48
	<b>ВСЕГО</b>	4		4	48



## 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Практические занятия учебным планом не предусмотрены

## 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 7				
1.	Проектирование программной обработки с помощью САМ приложений	Проектирование программной обработки в SinuTrain for SINUMERIK. Направляющая.	0,5	4
2.		Проектирование программной обработки в SinuTrain for SINUMERIK. Тип детали - «Прессформа».	0,5	4
3.		Проектирование программной обработки в SinuTrain for SINUMERIK. Тип детали - «Рычаг».	0,5	4
4.		Программирование фрезерных операций в САМ приложениях.	0,5	6
5.		Программирование токарных операций в САМ приложениях.	0,5	6
6.		Проектирование программной обработки деталей типа «штамп» и «пресс-форма» в САМ приложениях.	1	8
7.		Верификация управляющих программ в САМ-системах. Постпроцессинг. Подготовка пакета технологической и цеховой документации на изделие для различных технологий	0,5	6
ИТОГО:			4	38
ВСЕГО:			4	38

## 4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом

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

Целью ИДЗ по дисциплине «Автоматизация подготовки управляющих программ для станков с числовым программным управлением» является углубление и расширение теоретических, закрепление практических навыков решения задач подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ с использованием САМ систем. Выполнение ИДЗ является самостоятельной комплексной работой студента.

ИДЗ включает следующие разделы: анализ возможности применения выбранной САМ системы для автоматизации подготовки управляющей программы для станка с ЧПУ, описание методики применения выбранной системы для конкретного вида детали; разработка управляющей программы в соответствии с принятой методикой и этапами проектирования (создание операций, инструмента, выбор стратегий обработки, задание технологических режимов, генерация траектории перемещения каждого инструмента, проверка траектории, постпроцессирование, формирование текста управляющей программы для выбранной системы ЧПУ), формирование технологической и производственной документации.

Расчетно-пояснительная записка должна содержать не более 20 страниц текста (вместе с рисунками, таблицами, схемами и т.п.) и приложения.

Графическая часть должна содержать чертеж детали, заготовки (при необходимости), плакат с представлением этапов подготовки управляющей программы для станка с ЧПУ. Объем графической части должен быть не более 1 листа формата А2.

В приложении приводится комплект технологической документации для программной обработки. Файл технологии программной обработки и УП вместе с комплектом документации представляется также в цифровом виде.

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

### 5.1. Реализация компетенций

**1 Компетенция ПК-7.** Способен осуществлять автоматизированную разработку простых технологических операции обработки заготовок на станках с ЧПУ

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-7.1 Формирует необходимую исходную информацию для разработки простых операций обработки заготовок на станках с ЧПУ, используя САМ-системы	Экзамен, защита лабораторной работы, тестовый контроль, собеседование.
ПК-7.2 Выбирает технологические режимы простых операций обработки заготовок на станках с ЧПУ, использует САМ-, САРР-системы и базы данных производителей режущего инструмента	Экзамен, защита лабораторной работы, тестовый контроль, собеседование.
ПК-7.3 Определяет последовательность обработки поверхностей, тип траектории обработки поверхностей, создает инструментальные переходы и информационные сообщения и станочные циклы, используя САРР- и САМ-системы	Экзамен, защита лабораторной работы, тестовый контроль, собеседование.
ПК-7.4 Осуществляет постпроцессорную обработку управляющих программ, с целью их адаптации к конкретному станку с ЧПУ, используя САМ-системы	Экзамен, защита лабораторной работы, тестовый контроль, собеседование.
ПК-7.5 Оформляет технологическую документацию на простые операции обработки заготовок на станках с ЧПУ, используя САД- и САМ-системы	Экзамен, защита лабораторной 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	Основы автоматизированной подготовки 3D моделей деталей для проектирования программной обработки	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Особенности проектирования в интегрированных CAD/CAM системах.</li><li>2. Место CAD/CAM систем в подготовке производства. Взаимодействие с другими системами. Эффективность.</li><li>3. Особенности подготовки CAD моделей для использования их в САМ-приложениях.</li><li>4. Методы редактирования CAD для передачи в САМ приложения.</li><li>5. Задачи интеграции CAD/CAM систем. Форматы обмена данными.</li><li>6. Методика 3D моделирование деталей в NX CAD.</li><li>7. Редактирование 3D моделей деталей вращения в NX CAD.</li><li>8. Редактирование 3D моделей корпусных деталей в NX CAD.</li><li>9. Методика 3D моделирования сборок в NX CAD.</li><li>10. Анализ 3D моделей в NX CAD. Виды анализа.</li></ol>
2	Проектирование программной обработки с помощью САМ приложений	<ol style="list-style-type: none"><li>11. Назначение САМ-систем. Требования к САМ-системам</li><li>12. Функциональные возможности САМ-систем.</li><li>13. Задачи, решаемые с использованием САМ-систем.</li><li>14. Дать краткий обзор современных САМ-систем.</li><li>15. Место и роль САМ-систем в технологической подготовке производства.</li><li>16. Исходная информация для решения задач технологической подготовки с использованием САМ-систем.</li><li>17. Анализ цифровой модели детали для реализации проектирования программной обработки в САМ приложениях</li><li>18. Этапы подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ с использованием САМ-систем.</li><li>19. Подготовка и выбор геометрии обрабатываемой детали и заготовки.</li><li>20. Особенности этапа создания операции в САМ-системах.</li><li>21. Виды обработки, программируемые с использованием САМ-систем.</li><li>22. Особенности программирования фрезерной обработки в САМ системах.</li><li>23. Виды фрезерной обработки, программируемой в САМ системах. Стратегии обработки.</li><li>24. Особенности программирования токарной обработки в САМ системах.</li><li>25. Виды токарной обработки, программируемой в САМ системах. Стратегии обработки.</li><li>26. Особенности программирования комплексной обработки в САМ системах.</li><li>27. Контроль правильности генерации траектории перемещения инструмента.</li><li>28. Базы данных используемые в САМ системах</li><li>29. Раскрыть задачи визуализации обработки на станках с ЧПУ.</li><li>30. Использование постпроцессоров для адаптации рабочей программы для различных систем ЧПУ.</li><li>31. Методика подготовки технологической и производственной документации при реализации программной обработки на станках с ЧПУ</li></ol>

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

Не предусмотрено учебным планом

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

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме выполнения и защиты лабораторных работ, а также этапов выполнения курсовой работы. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ представлен в таблице.

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
семестр № 6		
1	Методы подготовки 3D моделей деталей вращения в соответствии техническим заданием	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какими параметрами характеризуется 3D модель детали?</li> <li>2. Как применяются булевы операции в ходе 3D проектирования деталей?</li> <li>3. Укажите геометрических объекты для возможного размещения эскизов новых объемных элементов.</li> <li>4. Как обеспечивается точность расположения геометрических объектов в эскизе?</li> <li>5. Способы и последовательность создания эскизов при выполнении 3D моделирования в приложениях CAD</li> <li>6. Управление параметрами геометрических объектов в эскизах-сечений</li> <li>7. Способы задания направлений при выполнении формообразующих операций.</li> <li>8. Виды массивов элементов, используемых при выполнении 3D моделей деталей</li> <li>9. Какие параметры задания тонкой стенки существуют при выполнении команд создания объемных элементов в 3D моделях деталей вращения.</li> <li>10. Способы добавления и вычитания объемов при построении 3D моделей деталей вращения.</li> </ol>
2	Подготовка цифровых 3D моделей корпусных деталей в соответствии техническим заданием	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Способы и последовательность создания эскизов при выполнении 3D моделирования в CAD приложениях</li> <li>2. Управление параметрами геометрических объектов в эскизах-сечений</li> <li>3. Описать основные параметры операции «вытягивания» («выдавливания»).</li> <li>4. Способы задания направлений при выполнении формообразующих операций.</li> <li>5. Виды массивов элементов, используемых при выполнении 3D моделей деталей</li> <li>6. Параметры массивов «по сетке»</li> <li>7. Параметры массивов «по концентрической сетке»</li> <li>8. Какие параметры задания тонкой стенки существуют при выполнении элементов «выдавливания»?</li> <li>9. Способы задания значения расстояния при выполнении элементов «выдавливания».</li> <li>10. Способы добавления и вычитания объемов при построении 3D модели корпусной детали.</li> </ol>
3	Редактирование 3D моделей деталей для использования в САМ приложениях	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Перечислить параметры, которые возможно изменять при редактировании элементов «вытягивания» («выдавливания»).</li> <li>2. Какие параметры возможно изменять при редактировании элементов вращения?</li> <li>3. Перечислите команды прямого моделирования</li> </ol>

		<p>(«синхронного моделирования»), применяемые в CAD системах для изменения геометрии 3D модели детали.</p> <p>4. Перечислите команды прямого моделирования («синхронного моделирования»), применяемые в CAD для изменения взаимного расположения элементов 3D модели.</p> <p>5. Приведите примеры использования команд CAD/CAM систем для изменения положений плоских поверхностей 3D модели.</p> <p>6. Приведите примеры возможного использования методов прямого моделирования («синхронного моделирования»), применяемые для изменения (редактирования) 3D моделей деталей.</p>
4	<p>Проектирование программной обработки в SinuTrain for SINUMERIK. Направляющая.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Привести виды задания геометрии исходной заготовки при проектировании программной обработки с помощью приложения SinuTrain for SINUMERIK</li> <li>2. Пояснить методику задания исходных базовых точек заготовки/детали.</li> <li>3. Пояснить методику задания исходных базовых плоскостей обработки</li> <li>4. Привести примеры параметров при задании различных видов геометрии исходной заготовки</li> <li>5. Перечислить типы используемых операций при проектировании программной обработки плоских поверхностей.</li> <li>6. Как изменить параметры обработки уже созданной операции или технологического перехода.</li> <li>7. Методика изменения последовательности операций обработки.</li> <li>8. Выбор и добавление режущего инструмента для операции программной обработки.</li> </ol>
5	<p>Проектирование программной обработки в SinuTrain for SINUMERIK. Тип детали - «Прессформа».</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Привести виды задания геометрии исходной заготовки при проектировании программной обработки с помощью приложения SinuTrain for SINUMERIK</li> <li>2. Пояснить методику задания исходных базовых точек заготовки/детали.</li> <li>3. Пояснить методику задания исходных базовых плоскостей обработки</li> <li>4. Привести методику создания операций обработки закрытых карманов задания их параметров.</li> <li>5. Привести методику задания параметров траектории технологических операций обработки закрытых карманов.</li> <li>6. Какие параметры обрабатываемой геометрии закрытых карманов можно отредактировать при выполнении проектирования программной обработки.</li> <li>7. Показать методику изменения положений базовых точек элемента «карман»</li> <li>8. Перечислить типы используемых операций при проектировании программной обработки закрытых карманов.</li> <li>9. Как изменить параметры обработки уже созданной операции или технологического перехода.</li> </ol>
6	<p>Проектирование программной обработки в SinuTrain for SINUMERIK. Тип детали - «Рычаг».</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Привести виды задания дополнительной геометрии при проектировании программной обработки с помощью приложения SinuTrain for SINUMERIK</li> <li>2. Пояснить методику задания исходных базовых плоскостей обработки</li> </ol>

		<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Привести методику создания контурных операций обработки криволинейных поверхностей бобышек и карманов.</li> <li>4. Привести методику задания параметров траектории технологических операций обработки контурных элементов.</li> <li>5. Какие параметры обрабатываемой контурной геометрии можно отредактировать при проектировании программной обработки.</li> <li>6. Показать методику изменения положений базовых точек, и контуров элементов бобышек.</li> <li>7. Перечислить типы используемых траекторий операций при проектировании программной обработки с контурными операциями.</li> <li>8. Как изменить параметры обработки уже созданной операции или технологического перехода.</li> </ol>
7	<p>(Создание проекта программной обработки в САМ-приложениях).          Программирование фрезерных операций в САМ приложениях.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Опишите методику создания проекта технологии программной обработки в САМ приложениях (на примере NX САМ)</li> <li>1. Структура представления информации о технологии программной обработки в NX САМ.</li> <li>2. Задачи анализа геометрии детали при проектировании программной обработки в NX САМ.</li> <li>3. Способы задания геометрии детали при проектировании программной обработки в САМ приложениях.</li> <li>4. Способы задания геометрии заготовки в САМ приложениях.</li> <li>5. Понятие «контрольная геометрия» в САМ приложениях.</li> <li>6. Способы задание инструмента в САМ приложениях.</li> <li>7. Назначение и состав навигатора инструментов. Возможности его использования в ходе проектирования программной обработки (NX САМ)</li> <li>8. Назначение и состав навигатора геометрии. Возможности его использования в ходе проектирования программной обработки (NX САМ)</li> <li>9. Назначение и состав навигатора операций. Возможности его использования в ходе проектирования программной обработки (NX САМ)</li> </ol>
		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Перечислить виды фрезерных операций, программируемых с помощью САМ приложений.</li> <li>2. Основные этапы разработки технологического процесса фрезерной обработки в САМ приложении.</li> <li>3. Методика задания геометрии заготовки и детали.</li> <li>4. Описать способы задания геометрии заготовки в САМ-системах.</li> <li>5. Методика задания базовой точки заготовки и детали.</li> <li>6. Задание и изменение системы координат станка/детали.</li> <li>7. Для чего используется родительская группа «методы обработки».</li> <li>8. Какие обязательные параметры задаются при создании новой операции в САМ-системе (NX САМ)</li> <li>9. Перечислить основные стратегии создания траектории перемещения инструмент при программировании ЧПУ обработки в САМ приложении.</li> <li>10. Перечислить виды информации, формируемой в процессе проектирования фрезерной обработки в САМ приложении.</li> </ol>
8	<p>Программирование токарных операций в САМ</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Перечислить виды токарных операций, программируемых с помощью САМ приложений.</li> </ol>

	приложениях.	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Основные этапы разработки токарной программной обработки в САМ приложении.</li> <li>3. Методика проектирования технологических процессов токарной программной обработки в САМ приложении.</li> <li>4. Дать характеристику структуры представления информации о технологии программной обработки САМ приложения.</li> <li>5. Перечислить виды информации, формируемой в процессе проектирования токарной обработки в САМ приложении.</li> <li>6. Методика задания геометрии заготовки и детали при проектировании токарной программной обработки в САМ-приложении.</li> <li>7. Описать способы задания геометрии заготовки для токарной обработки в САМ-системах.</li> <li>8. Методика задания базовой точки заготовки и детали.</li> <li>9. Задание и изменение системы координат станка/детали.</li> <li>10. Для чего используется родительская группа «методы обработки».</li> <li>11. Перечислить какие параметры зон безопасности задаются при проектировании токарной программной обработки в САМ-системе.</li> <li>12. Описать методику задания инструмента при проектировании токарной обработки в САМ-системе</li> </ol>
9	Обработка поверхностей деталей пресс-форм в САМ приложениях	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Опишите методику создания проекта технологии программной обработки в САМ приложениях (на примере NX САМ)</li> <li>2. Перечислить основные этапы создания программной обработки в САМ-системе.</li> <li>3. Задачи анализа геометрии детали при проектировании программной обработки в САМ-системе.</li> <li>4. Какая информации необходима для определения параметров выбираемых режущих инструментов в САМ-системе.</li> <li>5. Особенности задания геометрии заготовки на основе 3D моделей.</li> <li>6. Что определяет задание плоскости безопасности при проектировании программной обработки в САМ-системе?</li> <li>7. Для чего используется возможность задания контрольной геометрии проектировании программной обработки в САМ приложениях.</li> </ol>



10	<p>Верификация управляющих программ в САМ-системах.  Постпроцессинг.  Подготовка пакета технологической и цеховой документации на изделие для различных технологий</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие возможности существуют в САМ-системах для контроля и проверки управляющих программ?</li> <li>2. Для чего используется верификация при проверке траектории полученной в управляющей программе?</li> <li>3. Для чего предназначен режим «Воспроизвести» в процессе верификации (визуализации траектории)?</li> <li>4. Особенность применения режима «3D динамика» в процессе верификации (визуализации траектории).</li> <li>5. Для чего может использоваться параметр «Траектория» в режиме «3D динамика» процесса верификации (визуализации траектории) управляющей программы (NX САМ)?</li> <li>6. Для чего используется параметр «Настройка контроля столкновений» в режиме «3D динамика» процесса верификации (визуализации траектории) управляющей программы (NX САМ)?</li> <li>7. Что обеспечивает включение параметра (функции) «Анализ» в режиме в режиме «3D динамика» процесса верификации (визуализации траектории) управляющей программы (NX САМ)?</li> <li>8. Сформулировать назначение постпроцессоров и их функции в САМ приложениях.</li> <li>13. Сформулировать основные задачи постпроцессирования в САМ приложениях.</li> <li>14. Укажите основные виды (по принадлежности к САМ приложению) постпроцессоров их отличительные особенности.</li> <li>15. Для каких целей используется формирование цеховой документации по результатам проектирования программной обработки в САМ-приложениях?</li> <li>16. Причислить основные виды информации, которая может содержаться в цеховой документации.</li> <li>17. На каком этапе возможно сформировать цеховую документацию на ЧПУ обработку.</li> <li>18. В каком формате может сохраняться отчетная и цеховая документации при её формировании в САМ-системе (NX САМ)?</li> <li>19. Приведите примеры команд настройки и формирования цеховой документации в NX САМ.</li> </ol>
----	--	--

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

При промежуточной аттестации в форме экзамена, 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	Определять виды и состав современных программных средств, технологических и конструкторских баз данных, уметь их использовать при автоматизации подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ
	Применять средства CAD-, САМ-системы для редактирования элементов конструкций изделий, разработки и создания геометрических и технологических параметров в качестве исходных данных при разработке простых операций обработки заготовок на станках с ЧПУ
	Использовать технологические базы данных САМ- и САРР-систем, базы данных производителей режущих инструментов для выбора и назначения технологических режимов при проектировании программной обработки
	Выбирать последовательность обработки и стратегии перемещений режущего инструмента при разработке операций программной обработки в САМ-системах
	Применять средства САМ-систем для постпроцессорной обработки управляющих программ, с целью их адаптации обрабатываемому оборудованию с ЧПУ
	Использовать средства и методы автоматизированного формирования технологической документации, реализованные CAD- и САРР-системах для программной обработки.
Навыки	Навыками использования функционала CAD-, САМ-систем для анализа и редактирования 3D моделей деталей с целью их передачи для проектирования программной обработки, редактирования и преобразования текстов управляющих программ, создания отчетной и производственной документации
	Навыками использования функциональных возможностей CAD-, САМ-систем для редактирования 3D моделей деталей и сборочных единиц, анализа их геометрических и технологических параметров, используемых в качестве исходных данных для автоматизированной разработки управляющих программ.
	Навыками выбора и редактирования технологических режимов для простых токарных и фрезерных операций в САМ- и САРР- системах
	Навыками выбора, создания и редактирования обрабатываемой геометрии детали и заготовки, операций, переходов, выбора инструмента и инструментальной оснастки, назначения режимов резания, параметров вспомогательных перемещений инструмента при проектировании программной обработки с использованием САМ-систем

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

	Навыками постпроцессорной обработки управляющих программ для простых токарных и фрезерных операций с использованием САМ-систем.
	Навыками формирования с использованием САД- и САМ-системы комплектов технологической документации для выполнения простых операций обработки заготовок на станках с ЧПУ.

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

### 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
Умение определять функциональные возможности, выбирать виды и состав современных программных средств, технологических и конструкторских баз данных, уметь их использовать при автоматизации подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ	Не знает содержание курса. Не умеет определять функциональные возможности программного обеспечения, технологических и конструкторских баз данных.	Умеет, но часто ошибочно определяет функциональные возможности программного обеспечения, виды и состав современных программных средств, технологических и конструкторских баз данных для автоматизации подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ	Умеет определять функциональные возможности программного обеспечения, виды и состав современных программных средств, технологических и конструкторских баз данных для автоматизации управляющих программ для станков с ЧПУ, но иногда допускает практические ошибки	Уверенно и правильно определяет функциональные возможности программного обеспечения, виды и состав современных программных средств, технологических и конструкторских баз данных для автоматизации управляющих программ для станков с ЧПУ
Правильно определять подходы и методики применения средства CAD-, САМ-системы при выполнении и редактировании элементов конструкций деталей и сборочных единиц, разработке и согласовании предложений по внесению изменений в конструкции изделий	Не знает основных подходов и методик применения средства CAD-, САМ-системы при выполнении и редактировании элементов конструкций деталей и сборочных единиц, разработке и согласовании предложений по внесению изменений в конструкции изделий	Умеет, но часто ошибочно определяет и применяет средства CAD-, САМ-системы при выполнении и редактировании элементов конструкций деталей и сборочных единиц, разработке и согласовании предложений по внесению изменений в конструкции изделий	Умеет определять подходы и методики применения средства CAD-, САМ-системы при выполнении и редактировании элементов конструкций деталей и сборочных единиц, разработке и согласовании предложений по внесению изменений в конструкции изделий, но иногда допускает практические ошибки	Уверенно и правильно определяет подходы и методики применения средства CAD-, САМ-системы при выполнении и редактировании элементов конструкций деталей и сборочных единиц, разработке и согласовании предложений по внесению изменений в конструкции изделий
Умение использовать технологические базы данных САМ- и САРР-систем, базы данных производителей режущих инструментов для выбора и	Допускает грубые ошибки при использовании технологических баз данных САМ- и САРР-систем, баз данных производителей режущих инструментов для	Допускает ошибки при использовании технологических баз данных САМ- и САРР-систем, баз данных производителей режущих инструментов для выбора и назначения	Практически не допускает ошибок при использовании технологических баз данных САМ- и САРР-систем, баз данных производителей режущих инструментов для	Уверенно и без ошибок умеет использовать технологические базы данных САМ- и САРР-систем, базы данных производителей режущих инструментов для

назначения технологических режимов при проектировании программной обработки	выбора и назначения технологических режимов при проектировании программной обработки	технологических режимов при проектировании программной обработки	выбора и назначения технологических режимов при проектировании программной обработки	выбора и назначения технологических режимов при проектировании программной обработки
Умение выбирать последовательность обработки и стратегии перемещений режущего инструмента при автоматизированном проектировании программной обработки в САМ-системах	Не способен правильно выбирать последовательность обработки и стратегии перемещений режущего инструмента при автоматизированном проектировании программной обработки в САМ-системах	Часто допускает ошибки при выборе последовательности обработки и стратегии перемещений режущего инструмента при автоматизированном проектировании программной обработки в САМ-системах	Практически не допускает ошибок при выборе последовательности обработки и стратегии перемещений режущего инструмента при автоматизированном проектировании программной обработки в САМ-системах	Умеет верно и грамотно выбирать последовательность обработки и стратегии перемещений режущего инструмента при автоматизированном проектировании программной обработки в САМ-системах
Умение применять средства САМ-систем для постпроцессорной обработки управляющих программ, с целью их адаптации обрабатываемому оборудованию с ЧПУ	Не способен правильно применять средства САМ-систем для постпроцессорной обработки управляющих программ, с целью их адаптации обрабатываемому оборудованию с ЧПУ	Часто допускает ошибки при выполнении постпроцессорной обработки управляющих программ, с целью их адаптации обрабатываемому оборудованию с ЧПУ с помощью САМ-систем	Практически не допускает ошибок при выполнении постпроцессорной обработки управляющих программ, с целью их адаптации обрабатываемому оборудованию с ЧПУ с помощью САМ-систем	Умеет правильно и эффективно применять средства САМ-систем для постпроцессорной обработки управляющих программ, с целью их адаптации обрабатываемому оборудованию с ЧПУ
Умение использовать средства и методы автоматизированного формирования технологической документации, реализованные САД- и САРР-системах для программной обработки.	Не способен правильно применять средства и методики автоматизированного формирования технологической документации, реализованные САД- и САРР-системах для программной обработки.	Часто допускает ошибки при демонстрации знаний по применению средств и методик автоматизированного формирования технологической документации, реализованные САД- и САРР-системах для программной обработки.	Практически не допускает ошибок при демонстрации знаний по применению средств и методик автоматизированного формирования технологической документации, реализованные САД- и САРР-системах для программной обработки.	Умеет правильно и эффективно применять методики использования средств автоматизированного формирования технологической документации, реализованные САД- и САРР-системах для программной обработки.

## Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение навыками использования функционала CAD-, CAM-систем для анализа и редактирования 3D моделей деталей с целью их передачи для проектирования программной обработки, редактирования и преобразования текстов управляющих программ, создания отчетной и производственной документации	Не обладает навыками использования функциональных возможностей CAD-, CAM-систем для анализа и редактирования 3D моделей деталей с целью их передачи для проектирования программной обработки, редактирования и преобразования текстов управляющих программ, создания отчетной и производственной документации	Обладает навыками использования функциональных возможностей CAD-, CAM-систем для анализа и редактирования 3D моделей деталей с целью их передачи для проектирования программной обработки, редактирования и преобразования текстов управляющих программ, создания отчетной и производственной документации, но часто допускает ошибки	Практически не допускает ошибок при демонстрации навыков использования функциональных возможностей CAD-, CAM-систем для анализа и редактирования 3D моделей деталей с целью их передачи для проектирования программной обработки, редактирования и преобразования текстов управляющих программ, создания отчетной и производственной документации.	Уверенно и без ошибок демонстрирует навыки использования функциональных возможностей CAD-, CAM-систем для анализа и редактирования 3D моделей деталей с целью их передачи для проектирования программной обработки, редактирования и преобразования текстов управляющих программ, создания отчетной и производственной документации.
Владение навыками использования функциональных возможностей CAD-, CAM-систем для анализа геометрических и технологических параметров, 3D моделей изделий, и формирования исходных данных для автоматизированной разработки управляющих программ..	Выполняет трудовые действия некачественно	Выполняет не достаточно качественно трудовые действия	Выполняет трудовые действия качественно	Выполняет трудовые действия качественно, в том числе при выполнении сложных заданий
Владение навыками выбора и редактирования технологических режимов для простых токарных и фрезерных операций в САМ- и САПП-системах	Не может самостоятельно планировать и выполнять трудовые действия	Выполняет трудовые действия с помощью наставника	Самостоятельно выполняет трудовые действия с консультацией наставника	Полностью самостоятельно выполняет трудовые действия

<p>Владение навыками выбора, создания и редактирования обрабатываемой геометрии детали и заготовки, операций, переходов, выбора инструмента и инструментальной оснастки, назначения режимов резания, параметров вспомогательных перемещений инструмента при проектировании программной обработки с использованием САМ-систем</p>	<p>Не может самостоятельно продемонстрировать навыки при выполнении трудовых действий</p>	<p>Демонстрирует навыки при выполнении трудовых действий посторонней помощью</p>	<p>Самостоятельно выполняет трудовые действия с консультацией наставника</p>	<p>Уверенно и полностью самостоятельно демонстрирует навыки при выполнении трудовых действий</p>
<p>Владение навыками постпроцессорной обработки управляющих программ для простых токарных и фрезерных операций с использованием САМ-систем.</p>	<p>Не может самостоятельно продемонстрировать навыки при выполнении трудовых действий</p>	<p>Демонстрирует навыки при выполнении трудовых действий с посторонней помощью</p>	<p>Самостоятельно выполняет трудовые действия с консультацией наставника</p>	<p>Уверенно и полностью самостоятельно демонстрирует навыки при выполнении трудовых действий</p>
<p>Владение навыками формирования с использованием САД- и САРР-системы комплектов технологической документации для выполнения простых операций обработки заготовок на станках с ЧПУ.</p>	<p>Не может самостоятельно продемонстрировать навыки при выполнении трудовых действий</p>	<p>Демонстрирует навыки при выполнении трудовых действий с посторонней помощью</p>	<p>Самостоятельно выполняет трудовые действия с консультацией наставника</p>	<p>Уверенно и полностью самостоятельно демонстрирует навыки при выполнении трудовых действий</p>

## 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: учебное 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 / А. В. Хуртасенко, М. Н. Воронкова, И. В. Маслова. - Белгород: Издательство БГТУ им. В. Г. Шухова, 2015. - 179 с.
2. Автоматизация подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ. Часть 2 [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ В.И. Аверченков [и др.]. – Электрон. текстовые данные.– Брянск: Брянский государственный технический университет, 2012.– 212 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7010>. – ЭБС «IPRbooks»
3. 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».

#### **Перечень дополнительной литературы**

1. Станки с ЧПУ в машиностроительном производстве. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ В.И. Аверченков [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Брянск: Брянский государственный технический университет, 2012. – 216 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7009>. – ЭБС «IPRbooks»
2. Основы программирования токарной обработки деталей на станках с ЧПУ в системе «Sinumerik» [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А.А. Терентьев [и др.] – Электрон. текстовые данные. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2014. – 107 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33645>. – ЭБС «IPRbooks»
3. Горюнова В.В. Основы автоматизации конструкторско-технологического проектирования [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Горюнова В.В., Акимова В.Ю.– Электрон. текстовые данные. – Пенза: Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, ЭБС АСВ, 2012. – 172 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/23102>. – ЭБС «IPRbooks»

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

1. <https://e.lanbook.com/> – Электронно-библиотечная система издательства «Лань».
2. [www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru) – Электронно-библиотечная система IPRbooks
3. <https://elibrary.ru/> – Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
5. <https://elib.bstu.ru/> – Электронная библиотека (на базе ЭБС «БиблиоТех»). БГТУ им. В.Г. Шухова
7. <http://window.edu.ru/window/library> – электронная библиотека научно-технической литературы;
9. <http://www.ascon.ru> – официальный сайт группы компаний «АСКОН» - производителя интегрированной САПР КОМПАС.
10. <http://support.ascon.ru/download/documentation/> документация на официальном сайте группы компаний «АСКОН»
11. <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.