


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

СОГЛАСОВАНО
Директор института магистратуры

И.В.Ярмоленко
« 20 » МАЯ 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор института

С.С.Латышев
« 20 » МАЯ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ
ПРОГРАММНОЙ ОБРАБОТКИ**

Направление подготовки:

15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств

Направленность образовательной программы:

Технология машиностроения

Квалификация:

Магистр

Форма обучения

Очно-заочная

Институт: Технологического оборудования и машиностроения

Кафедра: Технологии машиностроения

Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «17» августа 2020 г. № 1046
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель (составители): д.т.н., проф.  (М.С.Чепчуров)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 14 » мая 2021 г., протокол № 11/1

Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор  (Т.А.Дююн)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 20 » МАЯ 2021 г., протокол № 6/1

Председатель: доцент  (В.Б.Герасименко)

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
Профессиональные компетенции	ПК-5. Способен выполнять проектирование технологических операций изготовления деталей средней сложности на станках с ЧПУ	<p>ПК-5.1. Вводит и корректирует УП в стойке станка.</p> <p>ПК-5.2. Привязывает инструмент к системе координат станка с ЧПУ.</p> <p>ПК-5.3. Отлаживает УП при изготовлении первой детали.</p> <p>ПК-5.4. Корректирует положение инструмента в рабочем пространстве станка после изготовления первой детали.</p> <p>ПК-5.5. Контролирует параметры детали после изготовления на фрезерных станках с ЧПУ.</p>	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – конструкции современного металлорежущего оборудования; – устройство и работу сервоприводов оборудования; – языки разработки программного обеспечения аппаратной части оборудования с компьютерным управлением. – языки <i>ISO-7bit</i> и <i>GTL</i> разработки программ получения деталей. – основные требования предъявляемые к современным средствам САПР, – технологии использования программного обеспечения в проектировании станочного оборудования и технологических процессов машиностроительных производств <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – проектировать обработку на фрезерных станках с программным управлением; – эксплуатировать оборудование с программным управлением используемое на машиностроительных производствах. – Корректировать программу в стойке станка; – привязывать инструмент к системам координат обработки; – разрабатывать структуру технологического процесса получения изделия программной обработкой; – отлаживать УП при изготовлении первой детали. <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками использования современных программных средств для разработки управляющих программ получения деталей на станках с ЧПУ; – навыками наладки и эксплуатации систем ЧПУ машиностроительного оборудования; – владеть методами и приёмами использования специальных программных средств при разработке технологической документации.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

Данная компетенция формируется только дисциплиной **Проектирование технологических операций программной обработки**

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зач. единиц, **252** часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки¹:

Форма промежуточной аттестации **экзамен**

Вид учебной работы ²	Всего часов	Семестр № 2	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	252	180	
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	70	34	34
лекции	17	17	
лабораторные	17	17	
практические	34		34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации ³	2		2
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	182	75	107
Курсовой проект			
Курсовая работа			
Расчетно-графическое задание	18		18
Индивидуальное домашнее задание			
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)			
Экзамен	36		36

¹ если дисциплина не реализуется в рамках практической подготовки – предложение убрать

² 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

³ 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 2

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1. Оборудование планарной и объёмной обработки					
	Фрезерная обработка, сверлильная обработка. Обрабатывающие центры. Автомат смены инструмента (АСИ). Обрабатывающие центры и многооперационные станки. Инструмент для фрезерной обработки. Назначение режимов фрезерной обработки. Приспособления в обрабатывающих центрах. Симуляция, верификация и эмуляция обработки	2		4	10
2. Реализация технологий программной обработки					
	Методы программирования обработки. CNC и DNC системы. Подготовка к проектированию получения изделия в программном оборудовании. Цифровая модель процесса получения изделия. Определение стратегии обработки, назначение инструмента и режимов резания. Выбор технологических и вспомогательных приспособлений, составление схемы закрепления заготовки. Определение порядка выполнения технологических переходов.	4		4	17
3. Составление управляющих программ для CNC и DNC оборудования					
	Языки программирования оборудования: ISO 7bit, GTL, ASSET. Особенности использования постоянных циклов и трёхбуквенных операторов при реализации планарной и объёмной обработок. Параметрическое программирование объёмной и планарной обработок. Управление припуском в программе обработки. Визуальное программирование планарной и объёмной обработок.	4		4	16
4. Автоматизация составления управляющих программ оборудования.					
	САМ приложения и особенности их использования. Генерация управляющих программ. Постпроцессоры – назначение и использование. Недостатки САМ – приложений, комбинированное программирование в стойке станка. Отладка программ обработки в эмуляторе стойки и на станке. Управление автоматическим приспособлением из программы обработки	3		2	16

5.Получение технологической документации на программную операцию					
	Требования стандартов к технологической документации программной обработки. Подготовка, отладка и загрузка программ в стойку оборудования. Составление операционных карт программной обработки. Автоматизированное нормирование технологических операций. Формирование комплекта технологической документации на программную обработку. Использование расчётно-технологических карт на программную обработку.	4		3	16
	ВСЕГО	17		17	75

4.1.1 Наименование тем, их содержание и объем 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 на подготовку к аудиторным занятиям
6. Технологическая подготовка автоматизированного производства с использованием программного оборудования					
	Составление схемы обработки, при механическом снятии припуска. Подбор оборудования, приспособлений и инструмента. Назначение режимов резания. Расчёт траектории перемещения инструмента. Расчёт и заполнение карты наладки инструмента		6		10
7. Подбор специального программного оборудования для операций субтрактивных и формативных процессов в машиностроении					
	Подбор программного оборудования поверхностной закалки. Подбор оборудования обработки металлов давлением. Составление схем и подбор оборудования лазерной и плазменной резки. Проектирование операций гидроабразивной резки		8		10
8. Использование аддитивного оборудования в технологической подготовке производства					
	Проектирование изделий для аддитивного способа изготовления, выбор оборудования для получения изделий из металлов методами проплавления и спекания. Программное обеспечение для создания программ управления программным оборудованием аддитивной печати.		8		11
9. Методы составления управляющих программ для программного оборудования					
	Составление управляющих программ с использованием циклов, условных переходов, ветвлений, симметрии. Использование внутренних и внешних подпрограмм в управляющей программе.		6		11
10. Постпроцессирование и адаптация программ обработки с учётом особенностей					

управления оборудованием					
	Сравнение систем управления оборудованием. Особенности постпроцессоров оборудования. Методы адаптации программ к особенностям систем управления оборудованием. Использование САМ приложений для создания адаптируемых программ.			6	11
				34	53
ВСЕГО					

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр №3				
1.	Технологическая подготовка автоматизированного производства с использованием программного оборудования	Подбор оборудования, приспособлений, инструмента, назначение режимов резания	4	5
2.		Составление РТК механической обработки	2	5
3.	Подбор специального программного оборудования для операций субтрактивных и формативных процессов в машиностроении	Выбор оборудования лазерной резки, составление УП лазерной резки	4	6
4.		Подбор оборудования поверхностной закалки, назначение режимов автоматической поверхностной закалки	4	5
5.	Использование аддитивного оборудования в технологической подготовке производства	Проектирование изделия для аддитивного способа получения	4	5
6.		Генерация УП для 3D принтера	4	6
7.	Методы составления управляющих программ для программного оборудования	Составление УП получения типовых элементов, составление УП из внешних ПП	6	4
8.	Постпроцессирование и адаптация программ обработки с учётом особенностей	Редактирование постпроцессоров, адаптация УП к оборудованию	6	7
ИТОГО:			34	53
ВСЕГО:			34	53

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр №2				
9.	Оборудование планарной и объёмной обработки	Компоновка программного металлорежущего оборудования	2	5
10.		Стойка управления фрезерным станком	2	5
11.	Реализация технологий программной обработки	Подготовка файлов начальных точек, инструментов, корректоров и срока службы инструмента	2	6
12.		Подготовка УП для фрезерной обработки	2	5
13.	Составление управляющих программ для CNC и DNC оборудования	Программирование в постоянных циклах фрезерной стойки NC110	2	5
14.		Параметрическое программирование фрезерной стойки NC110	2	6
15.	Основы проектирования программной обработки	Геометрическое программирование фрезерной стойки NC110	2	4
16.	Получение технологической документации на программную операцию	Документирование программной операции	3	7
ИТОГО:			17	53
ВСЕГО:			17	53

4.4. Содержание курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Цель задания: Целями расчётно-графического задания (РГЗ):

- получение практических навыков по разработке технологических процессов изготовления изделий с применением программного оборудования;
- освоение принципов конструкторско-технологического обеспечения процессов получения изделий в программном оборудовании;
- освоение методов составления, загрузки и отладки программ получения изделия,
- получения навыков составления технологической документации на программную операцию.

Задачи расчётно-графического задания

При выполнении РГЗ необходимо решить следующие задачи:

- усовершенствовать базовый технологический процесс изготовления конкретной детали так, чтобы деталь можно было бы получать только в программном оборудовании.
- освоить основные принципы подготовки и составления управляющих программ получения изделия;
- установить методы составления схем обработки, назначения инструментов и режимов резания;
- произвести отладку управляющей программы в конкретной стойке оборудования;
- выбрать технологическую и вспомогательную оснастку;
- получить пакет технологической документации в соответствии с требованиями стандартов и нормативных документов.

Тематика курсовой работы. При выборе темы следует руководствоваться следующим:

КР по дисциплине «**Проектирование технологических операций программной обработки**» на тему «**Программная операция получения ...**» является началом исследования процесса автоматизации получения изделия ;

- выполнение КР позволяет проанализировать предлагаемую технологию с точки зрения применения её в условиях автоматизации производственного процесса и процесса подготовки производства;
- КР следует рассматривать в качестве будущего раздела выпускной квалификационной работы в том случае, если это самостоятельная разработка.

Тематика курсовых работ определяется сложившимися на кафедре направлениями:

- 1) учебные проекты;
- 2) научно-исследовательские работы в соответствии с направлениями научной деятельности кафедры. Если студент занимается научно-исследовательской работой, то в качестве курсовой работы может быть зачтен один из разделов его отчета по научно-исследовательской работе, при условии, что в этом разделе рассматриваются вопросы, связанные с автоматизацией установок или процессов, например, автоматизация процесса измерения, обработки информации и т.п.;
- 3) опытно-конструкторские работы в соответствии с планами совместной работы кафедры и ведущих предприятий;

Возможно выполнение комплексных курсовых работ несколькими студентами. При этом каждому из них выдается конкретное задание, имеющее самостоятельное значение.

Содержание и объем работы. Курсовая работа *включает* в себя две части – **расчетно-пояснительную записку**, которая является основным текстовым документом, раскрывающим проектную разработку и **графическую часть**, которая иллюстрирует разработку мероприятий по автоматизации и средств автоматизации

в виде обобщенных схем, компоновочных решений, схем управления и сборочных чертежей узлов механизмов.

Расчетно-пояснительная записка. Текстовая документация по работе выполняется в виде *расчетно-пояснительной записки* объемом 20...25 страниц формата А4, включая *иллюстрации и таблицы*. В пояснительной записке должен быть представлен весь материал: от анализа исходных данных, решения задач автоматизации до выводов об эффективности предложенных мероприятий и средств в области автоматизации производства. Рекомендуется включать в РГЗ следующие разделы:

Анализ изделия. В разделе рекомендуется раскрыть суть и особенности технического (технологического) объекта, по которому предполагается провести работу. Следует характеризовать изделие, изготавливаемое по прогрессивной технологии; условия, в которых выполняется рассматриваемая операция (переход) или функционирует технологическое оборудование (средство технологического оснащения). Рекомендуется использовать современное оборудование: станки лазерной резки, электроэрозионные станки, оборудование печати металлом и т.п.

Проектно-конструкторская (творческая) часть, в которой излагается суть принимаемых решений, выполняются все необходимые иллюстративные схемные и компоновочные разработки; описывается алгоритм (блок-схема, последовательность) исполнения операции или работы приспособления, механизма, оборудования, системы управления, технологической системы в автоматизированном режиме; проводится конструкторская проработка отдельных узлов, механизмов и элементов технологического приспособления. Составляются схемы закрепления заготовки, назначаются нулевые точки, проектируются траектории перемещения инструмента

Технологическая часть содержит необходимые расчеты в соответствии с темой курсовой работы. Назначение инструмента и режимов резания. Составление управляющей программы, её отладку в эмуляторе или на станке. При использовании САМ приложения приводятся расчёты по нормированию, обосновывающие его применение.

Заключение должно содержать в себе итоги работы и отражать достигнутые положительные результаты.

Пояснительная записка дополняется приложением, в которое следует включать технологические документы, распечатки с ЭВМ, тексты программ, копии экрана эмулятора (или фото экрана стойки) при отладке программы и т.д.

Графическая часть. Чертежные работы выполняются в объеме не более 1 листа формата А1. Эта часть разработки должна включать в себя: схемы закрепления заготовки, траектории перемещения инструмента, таблицы опорных точек, нулевые точки, используемые в проектировании и обработке, изображения всех инструментов, с указанием наименований, каталожных номеров, стандартов, изображение вспомогательного приспособления..

Рекомендуется так формировать графическую часть работы, чтобы она раскрывала общий смысл предлагаемых мероприятий (решений – 0,5...1,0 лист чертежей и схем) .

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

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

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-5.1. Вводит и корректирует УП в стойке станка. ПК-5.2. Привязывает инструмент к системе координат станка с ЧПУ. ПК-5.3. Отлаживает УП при изготовлении первой детали. ПК-5.4. Корректирует положение инструмента в рабочем пространстве станка после изготовления первой детали. ПК-5.5. Контролирует параметры детали после изготовления на фрезерных станках с ЧПУ.	<i>экзамен, защита КР, собеседование</i>

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена / дифференцированного зачета / зачета

Зачёт 2 семестр

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1.	Оборудование планарной и объёмной обработки	1. . Какие конструктивные элементы используются при проектировании программной фрезерной обработки? 2. Как назначаются нулевые точки обработки? 3. Какие реализуется сплайн-интерполяция при многоосевой обработке 4. Из каких нормализованных узлов собираются автоматические приспособления для фрезерной обработки? 5. Как выполняется закрепление заготовки в станках плазменной и лазерной резке? 6. Как закрепляется заготовка при выполнении программной операции?
2.	Реализация технологий программной обработки	7. Как назначаются базы при объёмной многоосевой обработке? Какие элементы принимаются в качестве базовых? 8. Как выполняется совмещение ноля детали и ноля мерного инструмента? Покажете, на примере, совмещение точек E и B . 9. Как назначается точка начала обработки при фрезерной операции? Что такое «недобег» и «перебег» инструмента? 10. Как обеспечивается вход и выход инструмента при

		<p>выполнении перехода? Какие геометрические элементы при этом используются?</p> <p>11. Какие виды траекторий используются при планарной и объёмной обработке? Приведите схемы и характеристики траекторий?</p>
3.	Составление управляющих программ для CNC и DNC оборудования	<p>12. Какие интерполяции существуют в оборудовании с ЧПУ?</p> <p>13. Что такое программирование в абсолютных координатах и приращениях, как выполняется в программе переключение между этими видами программирования?</p> <p>14. Для чего предназначены файлы начальных точек, инструмента и корректоров? Как они формируются, и модифицируется в стойке NC110?</p> <p>15. Как подготавливается и отлаживается программа в стойке NC110? Как переносится программа на станок?</p> <p>16. Приведите порядок выполнения отладки программы: от места технолога до получения первой детали.</p> <p>17. Как рассчитываются опорные точки траектории?</p> <p>18. Какова точность позиционирования рабочего органа станка? Какова дискретность позиционирования рабочего органа фрезерного станка?</p> <p>19.</p>
4.	Основы проектирования программной обработки	<p>20. Как используются результаты генерации управляющих программ САМ-приложением при составлении управляющей программы для стойки станка?</p> <p>21. В чём преимущества и недостатки использования САМ-приложений при проектировании программной обработки? Приведите примеры, в зависимости от программы выпуска изделия.</p> <p>22. Как используется визуальное программирование в стойке станка? Приведите основные конструктивные элементы визуального программирования фрезерной обработки.</p> <p>23. Что такое трёхбуквенные операторы программирования, для чего они используются?</p> <p>24. Как в программе выполняются условные и безусловные переходы?</p> <p>25. Как управлять припуском в программе стойки NC110? Как назначается коррекция в стойке NC110?</p> <p>26. Какие ошибки появляются при отладке программы? В чём причина их появления?</p>
5.	Получение технологической документации на программную операцию	<p>27. Как на РТК показываются траектории перемещения инструмента? Приведите пример описания траектории с помощью опорных точек.</p> <p>28. Как указываются наладочные размеры инструмента на РТК? Где располагается нулевая точка мерного инструмента?</p> <p>29. Обоснуйте выбор инструмента и назначенные режимы резания.</p> <p>30. Как располагаются координатные оси оборудования</p>

		<p>программной объёмной обработки?</p> <p>31. Как оформляются результаты эмуляции обработки? Как эмулятор привязывается к стойке станка?</p>
--	--	--

Экзамен 3 семестр

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1.	Оборудование планарной и объёмной обработки	<p>1. . Какие конструктивные элементы используются при проектировании программной фрезерной обработки?</p> <p>2. Как устроено оборудование для многоосевой обработки?</p> <p>3. Как выполняется установка и крепление заготовки при выполнении планарных и многоосевых операций программной обработки?</p> <p>4. Как назначается нулевые точки планарной и многоосевой обработки?</p> <p>5. Какие реализуется сплайн-интерполяция при многоосевой обработке</p> <p>6. Приведите устройство и основные характеристики станка для лазерной обработки с программным управлением.</p> <p>7. Приведите устройство и основные характеристики электроэрозионного станка с программным управлением.</p> <p>8. Сколькими осями может управлять стойка УЧПУ NC-110, что означает многопроцессное управление?</p> <p>9. Из каких нормализованных узлов собираются автоматические приспособления для фрезерной обработки?</p> <p>10. Как выполняется закрепление заготовки в станках плазменной и лазерной резке?</p> <p>11. Как закрепляется заготовка в проволочных электроэрозионных станках? Как выполняется подача электрода?</p> <p>12. Приведите порядок проектирования электрода-инструмента для прошивного электроэрозионного станка.</p>
2.	Реализация технологий программной обработки	<p>13. Какие требования предъявляются к базовым узлам деталей станков с программным управлением?</p> <p>14. Как назначаются базы при объёмной многоосевой обработке? Какие элементы принимаются в качестве базовых?</p> <p>15. Как выполняется совмещение ноля детали и ноля мерного инструмента? Покажете, на примере, совмещение точек E и B .</p> <p>16. Как назначается точка начала обработки при фрезерной операции? Что такое «недобег» и «перебег» инструмента?</p> <p>17. Как обеспечивается вход и выход инструмента при выполнении перехода? Какие геометрические элементы при этом используются?</p> <p>18. Какие виды траекторий используются при планарной и объёмной обработке? Приведите схемы и характеристики траекторий?</p> <p>19. При каких методах снятия припуска используется</p>

		<p>контурная обработка? В каких случаях её используют?</p> <p>20. Как обеспечить требуемое качество поверхности при многоосевой фрезерной обработке? Какие траектории перемещения инструмента при этом используются?</p> <p>21. Как обеспечивается качество поверхности при электроэрозионной обработке? Когда используется электроискровой, а когда – электрохимический, методы снятия припуска?</p> <p>22. Какими методами разделяют заготовки из алюминия, титана, пластмасс? Какое оборудование при этом используется</p> <p>23. Приведите характеристики оборудования водо-абразивной резки? Как устроены станки водо-абразивной резки?</p> <p>24. Сравните станки лазерной и водо-абразивной резки: по производительности и качеству получаемой поверхности. Подберите оборудование для раскроя заготовки из листа 40X ГОСТ-4543</p> <p>25. Приведите характеристики программного закалочного оборудования. В чем преимущества в использовании программного закалочного оборудования?</p>
3.	Составление управляющих программ для CNC и DNC оборудования	<p>26. Какие интерполяций существуют в оборудовании с ЧПУ?</p> <p>27. Что такое программирование в абсолютных координатах и приращениях, как выполняется в программе переключение между этими видами программирования?</p> <p>28. Для чего предназначены файлы начальных точек, инструмента и корректоров? Как они формируются, и модифицируется в стойке NC110?</p> <p>29. Как подготавливается и отлаживается программа в стойке NC110? Как переносится программа на станок?</p> <p>30. Что такое характеристика стойки? Как она выполняется для NC110?</p> <p>31. Для чего в программе используются подпрограммы? Как в программе для стойки NC110 использовать внешнюю подпрограмму?</p> <p>32. В чём преимущества в использовании постоянных циклов? Приведите примеры постоянных циклов стойки NC110?</p> <p>33. Приведите порядок выполнения отладки программы: от места технолога до получения первой детали.</p> <p>34. Что называют опорными точками траектории? Как они рассчитываются и используются?</p> <p>35. Какова точность позиционирования рабочего органа станка? Какова дискретность позиционирования рабочего органа фрезерного станка?</p> <p>36. Как выполняются координатные измерения при фрезерной обработке? Какие инструменты при этом используются? Как передаются данные в оборудование от измерительного датчика?</p> <p>37. Как выполняется привязка инструмента для фрезерной объёмной обработки?</p> <p>38. Как выбирается инструмент для фрезерной</p>

		<p>обработки, как, при этом, назначаются режимы резания? Приведите пример.</p>
4.	<p>Основы проектирования программной обработки</p>	<p>39. Как используются результаты генерации управляющих программ САМ-приложением при составлении управляющей программы для стойки станка?</p> <p>40. В чём преимущества и недостатки использования САМ- приложений при проектировании программной обработки? Приведите примеры, в зависимости от программы выпуска изделия.</p> <p>41. Как используется визуальное программирование в стойке станка? Приведите основные конструктивные элементы визуального программирования фрезерной обработки.</p> <p>42. Что такое трёхбуквенные операторы программирования, для чего они используются?</p> <p>43. Как в программе выполняются условные и безусловные переходы?</p> <p>44. Как используются в стойке NC110 команды EPP и CLS? Приведите примеры.</p> <p>45. Как выполняется зеркальная обработка и масштабирование в стойке NC110?</p> <p>46. Как выполняется смещение системы координат в программе стойки NC110? Приведите пример использования смещения координат в цикле.</p> <p>47. Приведите конструктивные элементы, используемые GTL стойки NC110?</p> <p>48. Как проектируется обработка с использованием GTL? Приведите пример внутреннего и внешнего обхода контура</p> <p>49. Как управлять припуском в программе стойки NC110? Как назначается коррекция в стойке NC110?</p> <p>50. Что в стойке означает ошибка «Не конгруэнтный профиль»? В чём причина её появления?</p>
5.	<p>Получение технологической документации на программную операцию</p>	<p>51. Как на РТК показываются траектории перемещения инструмента? Приведите пример описания траектории с помощью опорных точек.</p> <p>52. Как указываются наладочные размеры инструмента на РТК? Где располагается нулевая точка мерного инструмента?</p> <p>53. Где в технологической документации указываются инструмент и режимы резания?</p> <p>54. Как располагаются координатные оси оборудования программной объёмной обработки?</p> <p>55. Как выполняется проверка программы объёмной обработки на станке с ЧПУ? Что такое графическое моделирование обработки. Как выполнить управление оборудованием от эмулятора стойки?</p> <p>56. Как используется язык ASSET в управлении оборудованием?</p> <p>57. Что такое постпроцессирование? Какие основные блоки содержит постпроцессор?</p> <p>58. Как оформляются результаты эмуляции обработки? Как эмулятор привязывается к стойке станка?</p> <p>59. Перечислите комплект технологической документации на программную обработку в соответствии с</p>

		<p>требованиями нормативных документов. Какие нормативные документы являются основой для оформления технологической документации программной операции?</p> <p>60. Как определяется технологичность программной фрезерной операции? Какой документ является нормативным при определении технологичности фрезерной программной операции?</p>
--	--	--

Типовые задачи к экзамену

Задача 1

Составить программу в коде *ISO-7bit* с использованием цикла для получения 7 канавок на длине 100 мм с шагом 2 мм, ширина заготовки 50 мм, глубина канавки 1 мм.

Задача 2

Составить программу на языке *GTL* для получения конуса с конусностью 1:40 диаметром основания – 60 мм, длиной 70 мм на фрезерном станке с программным управлением.

Задача 3

Составить программу в коде *ISO-7bit* (с использованием постоянного цикла) для получения сферы диаметром 50 мм длиной 25 фрезерной обработкой.

Задача 4

Составить программу в коде *ISO-7bit* с использованием языка *GTL* получения цилиндра диаметром 30 мм, длиной 55 мм, уступом диаметром 25 мм, высотой 32 мм на фрезерном станке с программным управлением.

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

Контрольные работы. В ходе изучения дисциплины предусмотрено выполнение 4-х контрольных работ. Контрольные работы проводятся после освоения студентами учебных разделов дисциплины: 1-я (3-я) контрольная работа – 6 неделя семестра, 2-я (4-я) контрольная работа – 12 неделя семестра. Контрольная работа выполняются студентами в аудитории, под наблюдением преподавателя. Продолжительность контрольной работы 30 минут.

Типовые задания для контрольной работы №1

Задание.

Разработать программу фрезерования плоской поверхности шириной D , на длину L , на фрезерном станке с ЧПУ. При этом:

1. Выбрать стойку ЧПУ с симулятором обработки.
2. Выбрать режущий инструмент и назначить режимы резания.
3. Установить «ноль детали»
4. Ввести программу в УЧПУ.
5. Получить модель детали.

Исходные параметры задаются преподавателем.

Типовые задания для контрольной работы №2

Разработать программу фрезерования канавки на детали длиной L глубиной t , шириной b , на токарном с ЧПУ. При этом:

1. Выбрать стойку ЧПУ с симулятором обработки.
2. Выбрать режущий инструмент и назначить режимы резания.
3. Установить «ноль детали»
4. Ввести программу в УЧПУ.
5. Получить модель детали.

Исходные параметры задаются преподавателем.

Типовые задания для контрольной работы №3

Разработать программу последовательного получения 5–10 отверстий диаметром $d > 20$ мм на глубину h , на фрезерном станке с ЧПУ:

1. Выбрать стойку ЧПУ с симулятором обработки.
2. Выбрать режущий инструмент и назначить режимы резания.
3. Установить «ноль детали»
4. Ввести программу в УЧПУ.
5. Получить модель детали.

Исходные параметры задаются преподавателем.

Типовые задания для контрольной работы №4

Разработать программу (с использованием трёхбуквенных операторов) получения полусферы на фрезерном станке с ЧПУ диаметром d в центре квадратного основания со стороной b :

1. Выбрать стойку ЧПУ с симулятором обработки.
2. Выбрать режущий инструмент и назначить режимы резания.
3. Установить «ноль детали»
4. Ввести программу в УЧПУ.
5. Получить модель детали.

Исходные параметры задаются преподавателем.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

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

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	Умение проектировать технологический процесс
	Умение выполнять технологические расчёты

	Умение подобрать режущий инструмент и приспособления
	Умение составить программу в коде ISO 7-bit и на GTL
Навыки	Навык формулирования задачи обработки
	Навык построения схем обработки
	Навык управления фрезерным станком с помощью стойки
	Навык отладки программ в эмуляторе и стойке фрезерного станка

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

Оценка сформированности компетенций по показателю **Знания**

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	зачтено
Знание терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов	Не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	Знает основные конструкции станков с программным управлением, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает материал дисциплины в достаточном объеме
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает ответы на вопросы, но не все - полные
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности

Оценка сформированности компетенций по показателю **Умения**

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	зачтено
Умение проектировать технологический процесс	Не умеет спроектировать и разработать технологический процесс с использованием программного оборудования	Умеет спроектировать и разработать технологический процесс с использованием программного оборудования
Умение выполнять технологические расчёты	Не умеет выполнять технологические расчёты	Умеет выполнять технологические расчёты
Умение подобрать режущий инструмент и приспособления	Не умеет подобрать режущий инструмент и приспособления	Умеет подобрать режущий инструмент и приспособления
Умение составить программу в коде ISO 7-bit	Не умеет составить простую программу	Умеет составить простую программу

Оценка сформированности компетенций по показателю **Навыки**

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	зачтено
Навык формулирования задачи обработки	Может построить схему получения изделия на металлорежущем оборудовании	Может построить схему получения изделия на металлорежущем оборудовании
Навык построения схем обработки	Умеет построить схему получения изделия токарной обработкой	Умеет построить схему получения изделия планарной и объёмной обработкой
Навык управления станком с помощью стойки	Умеет загружать программу в стойку	Умеет загружать программу в стойку
Навык отладки программ в эмуляторе и стойке станка	Уверенно разрабатывает и отлаживает программы в коде <i>ISO-7 bit</i> для фрезерных стоек металлорежущего оборудования	Уверенно разрабатывает и отлаживает программы в коде <i>ISO-7 bit</i> и на GTL для фрезерных стоек металлорежущего оборудования

При промежуточной аттестации в форме экзамена используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание команд кода <i>ISO-7bit</i> , GTL
	Знание станков планарной и объёмной обработки
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение разрабатывать технологический процесс
	Умение выполнять параметрическое и визуальное программирование обработки. Умеет пользоваться постпроцессорами.
	Умение подобрать режущий инструмент и приспособления
	Умение использовать в программе циклы постоянной обработки и трёхбуквенные операторы
Навыки	Навык отладки программ фрезерной обработки в эмуляторе и стойке
	Навык параметрического программирования сложной обработки
	Навык постпроцессорирования программ
	Навык формирования пакета документации на программную обработку

Оценка сформированности компетенций по показателю **Знания**.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание команд кода <i>ISO-7bit</i>	Не знает команд кода <i>ISO-7bit</i>	Знает команды кода <i>ISO-7bit</i> , но допускает неточности	Знает команды кода <i>ISO-7bit</i> , GTL	Знает команды кода <i>ISO-7bit</i> , GTL, может корректно их описать

		формулировок		
Знание станков и планарной объёмной обработки	Не знает планарной и объёмной обработки	Знает основные принципы планарной и объёмной обработки	Знает основные принципы планарной и объёмной обработки и конструкции станков объёмной и планарной обработки	Знает основные принципы планарной и объёмной обработки и конструкции станков объёмной и планарной обработки, может самостоятельно их описать.
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 разрабатывать технологический процесс	Не умеет спроектировать и разработать технологический процесс с использованием программного оборудования. Самостоятельно не может выполнить размерные и технологические расчёты при проектировании программной обработки для металлорежущего	Умеет спроектировать и разработать технологический процесс с использованием программного оборудования. Проектирует расчётно-технологические карты программной обработки. Самостоятельно может выполнить размерные и технологические	Умеет спроектировать и разработать технологический процесс с использованием программного оборудования. Проектирует расчётно-технологические карты программной обработки. Самостоятельно может выполнить размерные и	Грамотно умеет спроектировать и разработать технологический процесс с использованием программного оборудования. Проектирует расчётно-технологические карты программной обработки. Самостоятельно может выполнить размерные и технологические расчёты при

	оборудования	расчёты при проектировании программной обработки для металлорежущего оборудования	технологические расчёты при проектировании программной обработки для металлорежущего оборудования	проектировании программной обработки.
Умение выполнять параметрическое и визуальное программирование обработки	Не умеет выбрать геометрические примитивы при программной обработке	Умеет назначить геометрические примитивы в программной обработке. Не знает основы языка GTL.	Умеет назначить геометрические примитивы в программной обработке. Умеет использовать язык GTL.	Свободно умеет выполнять параметрическое программирование
Умение подобрать режущий инструмент и приспособления	Не умеет подобрать режущий инструмент и приспособления для программной обработки	Умеет подобрать только мерный инструмент	Умеет подобрать любой инструмент для токарной обработки.	Свободно подбирает любой инструмент для токарной обработки.
Умение использовать в программе циклы постоянной обработки	Не умеет назначить постоянный цикл	Умеет назначить постоянный цикл, но не уверенно назначает его параметры	Уверенно назначает постоянные циклы параметры при токарной обработке.	Уверенно назначает постоянные циклы параметры при токарной обработке. Выполняет их оптимизацию

Оценка сформированности компетенций по показателю **Навыки**.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Навык отладки программ токарной обработки в эмуляторе стойке	Не отлаживает программы в коде <i>ISO- 7 bit</i> для токарных стоек металлорежущего оборудования.	Может разрабатывает и отлаживает программы в коде <i>ISO- 7 bit</i> для токарных стоек металлорежущего оборудования.	Отлаживает программы в коде <i>ISO- 7 bit</i> , GTL для фрезерных стоек металлорежущего оборудования.	Уверенно разрабатывает и отлаживает программы в коде <i>ISO- 7 bit</i> , GTL для фрезерных стоек металлорежущего оборудования.
Навык параметрического программирования сложной обработки	Не отлаживает программы на <i>GTL</i> для фрезерных металлорежущего оборудования.	Может разрабатывает и отлаживает программы на <i>GTL</i> для фрезерных металлорежущего оборудования.	Отлаживает программы на <i>GTL</i> для фрезерных стоек металлорежущего оборудования.	Уверенно разрабатывает и отлаживает программы на <i>GTL</i> для фрезерных стоек металлорежущего оборудования.
Навык постпроцессирования программ	Не имеет представления о постпроцессировании	Владеет основами постпроцессирования	Владеет навыками постпроцессирования программ	Свободно навыками постпроцессирования программ планарной и

			токарной обработки	объёмной обработки, может редактировать по процессоры
Навык формирования пакета документации на программную обработку	Не владеет навыками формирования пакетов технологической документации	Владеет навыками составления РТК	Владеет навыками составления РТК и выполнения нормирования обработки	Свободно может выполнять нормирование обработки и формирование пакета технологической документации с использованием средств САПР

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	УК4 ауд. 305,	Проектор, интерактивная доска
2	УК4, ауд. 313	Компьютерный класс
3	УК7, ауд 17	Компьютерный класс

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	FreeCAD 0.20	Лицензия GNU General Public License
2	VMWarePlayr 16	https://www.vmware.com/
3	OracleVB	GNU General Public License, version 2. https://www.virtualbox.org/
5	MicrosoftWindows 7	Договор №63-14к от 02.07.2014

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Чепчуров, М. С. Оборудование с ЧПУ машиностроительного производства и программная обработка : учебное пособие для студентов направления бакалавриата 15.03.05 и магистратуры 15.04.05 - Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств / М. С. Чепчуров, Е. М. Жуков. - Белгород : Издательство БГТУ им. В. Г. Шухова, 2015. - 190 с.

2. Автоматизированное проектирование технологических процессов машиностроительных производств : лабораторный практикум : учебное пособие для студентов направлений 15.03.05 - Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, 15.02.08 - Технология машиностроения / М. С. Чепчуров, Е. М. Жуков. - Белгород : Издательство БГТУ им. В. Г. Шухова, 2016. - 67 с.

3. САПР технологических процессов : учебник / А. И. Кондаков. - 2-е изд. стер. - М. : Академия, 2008. - 272 с. - (Высшее профессиональное образование). - ISBN 978-5-7695-5132-1 http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2927

4. Основы автоматизированного проектирования технологических процессов в машиностроении [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л. М. Акулович, В. К. Шелег. - Москва : Новое знание, 2012. - 487 с. : ил. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 483-487. - ISBN 978-985-475-484-0 http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2914

5. Юркевич, В. В. Диагностика и испытания технологического оборудования : учеб. пособие / В. В. Юркевич. - М. : СТАНКИН, 2005.

6. Соколов, В.И. и др. Подготовка управляющих программ для станков с ЧПУ [Текст] / В.И. и др. Соколов. - Харьков : ХПИ, 1990. - 73 с.

7. Металлорежущие станки с ЧПУ и программирование : учебное пособие / ред. В. А. Скрыбин. - Пенза : Пензенский центр науч.-тех. информации, 2000. - 214 с.

Справочная и нормативная литература

8. Кузнецов, Ю. И. Оснастка для станков с ЧПУ : справочник / Ю. И. Кузнецов, А. Р. Маслов, А. Н. Байков. - М. : Машиностроение, 1990. - 510 с.

9. Григорьев, С. Н. Инструментальная оснастка станков с ЧПУ : справ. / С. Н.

Григорьев, М. В. Кохомский, А. Р. Маслов. - М. : Машиностроение, 2006. - 544 с.

10. Проектирование металлорежущих станков и станочных систем. Справочник - учебник в 3 т. [Текст]. Т.2.Ч.2 : Расчет и конструирование узлов и элементов станков. - М. : Машиностроение, 1995. - 320 с.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. <http://stanki-katalog.ru> Каталоги станков и кузнечно-прессового оборудования
2. <http://elibrary.rsl.ru> – электронная библиотека РГБ;
3. <http://lib.walla.ru/> – публичная электронная библиотека;
4. <http://techlibrary.ru> – техническая библиотека;
5. <http://window.edu.ru/window/library> – электронная библиотека научно-технической литературы;
6. <http://www/techlit.ru> – библиотека нормативно-технической литературы;
7. <http://e.lanbook.com> – электронная библиотечная система издательства Лань»;
8. <http://www.unilib.neva.ru/rus/lib/resources/elib> – библиотека СПбГТУ.
9. automationlabs.ru – автоматизация производства
10. <http://www.ncsystems.ru/> – системы ЧПУ
11. <http://stanok-lg.narod.ru/> – станочное оборудование
12. <http://cnc.userforum.ru/> – форум по системам с ЧПУ
13. <https://ok.ru/group/58134007316545> – Видеоматериалы

Виртуальные стойки BaltSystem NC110: <https://cloud.mail.ru/public/5Gtt%2F3HMEakiGK>

VMWare – <https://cloud.mail.ru/public/xkd7%2FLnjvhyh52>

VirtualBox – <https://cloud.mail.ru/public/q2F4%2FiwfwLM8yA>