

Высшего

Лениногорск 2021

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 августа 2020г. № 1044.

Разработчики:

Печенкин М.В., к.т.н.

(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

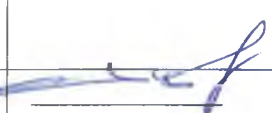
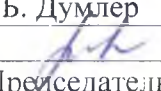
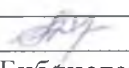
Рабочая программа утверждена на заседании кафедры МиИТ от 22.06.2021, протокол № 11.1.

/Заведующий кафедрой МиИТ

Думлер Елена Борисовна, канд.техн.наук

(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

Рабочая программа дисциплины (модуля):	Наименование Подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
ОДОБРЕНА	на заседании кафедры МиИТ	22.06.21	11.1	 Руководитель ОП Е.Б. Думлер
ОДОБРЕНА	Учебно-методическая комиссия ЛФ КНИТУ-КАИ	24.06.21	12	 Председатель УМК З.И.Аскарова
СОГЛАСОВАНА	Научно-техническая библиотека			 Библиотекарь А.Г. Страшнова

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1 Цель изучения дисциплины (модуля)

Основной целью изучения дисциплины является формирование у будущих бакалавров технологического мышления на основе познания прикладных компонент информационных технологий, адаптированных к проблемам современных автоматизированных машиностроительных производств.

1.2 Задачи дисциплины (модуля)

Основными задачами дисциплины являются:

- расширение навыков программирования в различных средах обработки на технологическом оборудовании с *CNC*-системой числового программным управлением (ЧПУ);
- освоение методов реализации прикладных задач настроек *CNC*-системы ЧПУ технологическим оборудованием машиностроительных производств.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре ОП ВО

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1. Дисциплины (модули) образовательной программы.

1.4 Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся представлены в таблице 1.1

Таблица 1.1а

Объем дисциплины (модуля) для очной формы обучения

Семестр	Общая трудоемкость дисциплины (модуля), в 3Е/час	Виды учебной работы, в т.ч., проводимые с использованием ЭО и ДОТ											
		Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебной работы (аудиторная работа)							Самостоятельная работа обучающегося (внеаудиторная работа)				
		Лекции/ в т.ч. в форме практической подготовки	Лабораторные работы/ в т.ч. в форме практической подготовки	Практические занятия/ в т.ч. в форме практической подготовки	Курсовая работа (консультация, защита)	Курсовой проект (консультация, защита)	Консультации перед экзаменом	Контактная работа на промежуточной аттестации	Курсовая работа (подготовка)/ в т.ч. в форме практической	Курсовой проект (подготовка)/ в т.ч. в форме практической	Проработка учебного материала (самоподготовка)/ в т.ч. в форме практической подготовки	Подготовка к промежуточной аттестации	Форма промежуточной аттестации
7	6 3Е/216	16/0	16/0	16/0	1,5	-	2	0,3	34,5/0	-	96/0	33,7	экзамен, курсовая работа
Итого	6 3Е/216	16/0	16/0	16/0	1,5	-	2	0,3	34,5/0	-	96/0	33,7	

Таблица 1.1б

Объем дисциплины (модуля) для заочной формы обучения

Семестр	Общая трудоемкость дисциплины (модуля), в 3Е/час	Виды учебной работы, в т.ч., проводимые с использованием ЭО и ДОТ											
		Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебной работы (аудиторная работа)							Самостоятельная работа обучающегося (внеаудиторная работа)				
		Лекции/ в т.ч. в форме практической подготовки	Лабораторные работы/ в т.ч. в форме практической подготовки	Практические занятия/ в т.ч. в форме практической подготовки	Курсовая работа (консультация, защита)	Курсовой проект (консультация, защита)	Консультации перед экзаменом	Контактная работа на промежуточной аттестации	Курсовая работа (подготовка)/ в т.ч. в форме практической	Курсовой проект (подготовка)/ в т.ч. в форме практической	Проработка учебного материала (самоподготовка)/ в т.ч. в форме практической подготовки	Подготовка к промежуточной аттестации	Форма промежуточной аттестации
9	6 3Е/216	8/0	8/0	8/0	1,5	-	2	0,3	34,5/0	-	147/0	6,7	зачет, курсовая работа
Итого	6 3Е/216	8/0	8/0	8/0	1,5	-	2	0,3	34,5/0	-	147/0	6,7	

1.5 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций, представленных в таблице 1.2.

Таблица 1.2

Формируемые компетенции

Код компет енции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Планируемые результаты обучения
ОПК-6	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ПК-6.1- Обоснованно выбирает современные информационные технологии, инструментальные среды и программные средства при решении задач профессиональной деятельности. ПК-6.2 - Применяет современные информационные технологии и прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности. ПК-6.3 - Использует прикладные программные средства при разработке (усовершенствовании) технологических процессов изготовления машиностроительных изделий.	Знает функциональные возможности прикладных программных средств <i>CNC</i>-системы ЧПУ для программировании обработки деталей типа тел вращения со стандартными конструктивными элементами Умеет применять прикладные программные средства <i>CNC</i>-системы ЧПУ для программировании комплексной обработки деталей типа тел вращения со стандартными конструктивными элементами Владеет навыками программирования обработки деталей типа тел вращения со стандартными конструктивными элементами в редакторе программ <i>CNC</i>-системы ЧПУ

ОПК-10	Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.	ОПК-10.1- Выбирает современные компьютерные программы при проектировании технологических процессов, технологических приспособлений различных машиностроительных производств. ОПК-10.2- Реализует мероприятия по выбору и эффективному использованию технологической оснастки (приспособлений) в операциях технологических процессов с привлечением современных компьютерных программ проектирования технологических процессов машиностроительных производств. ОПК-10.3- Разрабатывает управляющие программы при проектировании автоматизированных технологических процессов машиностроительных производств с использованием современных компьютерных программ.	Знает критерии выбора и мероприятия по эффективному использованию технологической оснастки в операциях технологических процессов; функциональные возможности прикладных программных средств <i>CNC</i>-системы ЧПУ для программировании обработки деталей. Умеет применять информационно-программные средства <i>CNC</i>-системы ЧПУ токарно-револьверных станков при определении смещения нулевой точки детали (программы) и параметров инструментов как значений коррекции Владет методиками проектирования и расчета средств технологического оснащения операций технологических процессов с привлечением информационно-программных средств <i>CNC</i>-системы ЧПУ
---------------	--	--	---

2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

2.1 Структура дисциплины (модуля)

Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Разделы дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Наименование тем (разделов) дисциплины (модуля)	Всего (час)	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (в час)				Самостоятельная работа (проработка учебного материала), выполнение курсовой работы /проекта, подготовка к ПА, самоподготовка.
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	КР, КП, ПА, консультация	
7 семестр						
Раздел 1. Основы программирования в CNC-системах числового программного управления обработки деталей типа тел вращения						
Тема 1.1. Обобщенная функциональная структура технологического оборудования с CNC-системой числового программного управления (ЧПУ)	8	2	-	2		4
Тема 1.2. Особенности структуры управляющих программ CNC – системы ЧПУ <i>Simumerik</i>	5	1	-	-		4
Тема 1.3. Формирование актуального комплекта режущих инструментов револьверной головки токарно-револьвер-ных станков в среде системы ЧПУ <i>Simumerik</i>	6	-	-	2		4
Тема 1.4. Системы координат, применяемые при программировании обработки и технологической наладке станков с CNC-системой ЧПУ	7	1	-	-		6
Тема 1.5. Управление движением по траектории и технологическими параметрами обработки	10	1	4	-		5
Тема 1.6. Программирование и отработка коррекции инструмента	9	2	-	2		5
Тема 1.7. Описание обработки участков сопряжений конструктивных элементов деталей типа тел вращения в системе ЧПУ	8	1	2	-		5

<i>Sinumerik</i>						
Тема 1.8. Стандартные циклы системы ЧПУ <i>Sinumerik</i> для описания обработки деталей типа тел вращения	10	1	2	-		7
Тема 1.9. Параметрическое и структурированное программирование обработки в системе ЧПУ <i>Sinumerik</i>	10	1	-	2		7
Раздел 2. Автоматизированное программирование обработки деталей на станках с CNC-системой ЧПУ						
Тема 2.1. Системы автоматизированного программирования (САП) обработки на станках с ЧПУ	9	2	-	-		7
Тема 2.2. Формирование исходных данных/технологических объектов, генерирование <i>CLDATA</i> и управляющих программ в <i>CAD/CAM</i> -системе <i>ADEM/NX</i>	17	2	4	4		7
Раздел 3. Технологические настройки CNC-системы ЧПУ токарно-револьверных станков						
Тема 3.1. Алгоритмы отработки команд управляющих программ на перемещение, состав технологической наладки станков с CNC-системой ЧПУ	9	2	-	-		7
Тема 3.2. Алгоритмы и определение смещения нулевой точки детали (программы) токарно-револьверных станков с CNC-системой ЧПУ	11	-	2	-		9
Тема 3.3. Алгоритмы и определение параметров инструментов токарно-револьверных станков с CNC-системой ЧПУ	9	-	2	-		7
Тема 3.4. Реферирование как метод установки нулевой точки станка в CNC-системе ЧПУ токарно-револьверных станков	7	-	-	2		5
Тема 3.5. Организация передачи разработанных управляющих программ с персонального компьютера в систему ЧПУ	9	-	-	2		7
Курсовая работа	36				1,5	34,5
Промежуточная аттестация (зачет)	36				2,3	33,7
Итого за семестр	216	16	16	16	3,8	164,2

2.2 Содержание разделов дисциплины (модуля)

Раздел 1. Основы программирования обработки деталей типа тел вращения в CNC-системах числового программного управления.

Тема 1.1. Представление о технологическом оборудовании с CNC-системой числового программного управления.

Функциональная структура CNC-системы числового программного управления (ЧПУ) токарно-револьверных станков. Функциональные области CNC-системы ЧПУ *Sinumerik* и их обзор. Графический интерфейс пользователя. Средства программирования обработки и отладки управляющих программ (УП).

Тема 1.2. Особенности структуры управляющих программ CNC-системы ЧПУ *Sinumerik*.

Основная программа, подпрограммы. Модальные функции. Представление геометрической информации. Формат кадров УП.

Тема 1.3. Формирование актуального комплекта режущих инструментов револьверной головки токарно-револьверных станков в среде системы ЧПУ *Sinumerik*.

Спецификация параметров инструментов в CNC-системе ЧПУ *Sinumerik* 802D. Создание однокромочных токарных инструментов. Создание осевых инструментов. Создание двухкромочных токарных инструментов.

Тема 1.4. Системы координат, применяемые при программировании обработки и технологической наладке токарно-револьверных станков с CNC-системой ЧПУ.

Стандартная система координат. Системы координат станка, детали, инструмента. Система координат управляющей программы (программы), смещение нулевой точки программы. Отображение координат в системе ЧПУ *Sinumerik*.

Тема 1.5. Управление движением по траектории и технологическими параметрами обработки.

Выбор рабочей плоскости. Позиционирование. Линейная интерполяция. Методы программирования круговой интерполяции при обработке деталей типа тел вращения. Программирование главного движения, режимы его реализации. Способы программирования скорости подачи.

Тема 1.6. Программирование и отработка коррекции инструмента.

Принцип компенсации инструмента. Линейная коррекция (коррекции на длину инструмента), ее активирование. Программирование радиусной коррекции, схема ее реализации на участках подхода/отхода к контуру при обработке деталей типа тел вращения.

Тема 1.7. Описание обработки участков сопряжений конструктивных элементов деталей типа тел вращения в системе ЧПУ *Sinumerik*.

Описание обработки участков сопряжений фаской и скруглением.
Описание обработки участков сопряжений отрезками прямых и дугами окружностей.

Тема 1. 8. Стандартные циклы системы ЧПУ *Sinumerik* для обработки деталей типа тел вращения.

Предварительная многопроходная и окончательная обработка произвольного контура. Прорезка стандартных и произвольной формы канавок. Нарезание резьбы резцом. Центрование/сверление, растачивание.

Тема 1.9. Параметрическое и структурированное программирование обработки деталей типа тел вращения в системе ЧПУ *Sinumerik*.

Программирование с *R*-параметрами и создание групповых управляющих программ. Безусловные и условные переходы в управляющих программах и создание структурированных управляющих программ.

Раздел 2. Автоматизированное программирование обработки деталей на станках с CNC-системой ЧПУ.

Тема 2.1. Системы автоматизированного программирования обработки (САП) на станках с ЧПУ.

Структура САП, функции ее компонентов. Основные этапы автоматизированной подготовки управляющих программ. *CAD/CAM*-системы как основная форма современной реализации САП.

Тема 2.2. Формирование исходных данных/технологических объектов, генерирование *CLDATA* и управляющих программ в *CAD/CAM*-системе *ADEM /NX*.

Построение в модуле *CAD* системы *ADEM /NX* 3D-модели обрабатываемой детали. Создание плана обработки детали. Формирование в модуле *CAM* системы *ADEM/NX* исходных данных/технологических объектов для автоматизированного программирования обработки детали.

Генерирование *CLDATA* и его отладка в среде моделирования/симуляции модуля *CAM* системы *ADEM/NX*. Формирование управляющей программы и его анализ с учетом отработки радиусной коррекции.

Раздел 3. Технологические настройки CNC-системы ЧПУ токарно-револьверных станков.

Тема 3.1. Алгоритмы отработки команд управляющих программ на перемещение, состав технологической наладки токарно-револьверных станков с CNC-системой ЧПУ.

Связь систем координат. Синтез алгоритма отработки команд на перемещение управляющих программ и его структурный анализ.

Состав технологической наладки токарно-револьверных станков с ЧПУ.

Тема 3.2. Алгоритмы и определение смещения нулевой точки детали (программы) токарно-револьверных станков с *CNC*-системой ЧПУ.

Алгоритмы определения смещения нулевой точки детали (программы). Реализация алгоритмов определения смещения с привлечением встроенного программного обеспечения *CNC*-системы ЧПУ *Sinumerik*. Определение смещения нулевой точки детали (программы) с использованием центроискателя (при использовании осевых инструментов).

Тема 3.3. Алгоритмы и определение параметров инструментов токарно-револьверных станков с *CNC*-системой ЧПУ.

Алгоритмы определения длины/вылета инструментов. Реализация алгоритма определения длины/вылета инструментов с привлечением встроенного программного обеспечения *CNC*-системы ЧПУ *Sinumerik*.

Тема 3.4. Реферирование как метод установки нулевой точки станка в *CNC*-системах ЧПУ с инкрементальными датчиками обратной связи.

Референтная и нулевая точки станка. Реферирование в системе ЧПУ *Sinumerik* токарно-револьверных станков с инкрементальными датчиками обратной связи и его этапы. Основные машинные данные, регламентирующие параметры этапов реферирования. Переопределение нулевой точки станка. Программные упоры.

Тема 3.5. Организация передачи разработанных управляющих программ с персонального компьютера в *CNC*-систему ЧПУ.

Сигналы интерфейса *RS-232* персонального компьютера и *CNC*-системы ЧПУ при последовательном обмене информацией. Формат передаваемых данных через интерфейс *RS-232* (представление в графическом интерфейсе драйвера *WINPCIN*). Последовательность действий при передаче разработанной управляющей программы с персонального компьютера на станок с *CNC*-системой ЧПУ *Sinumerik*.

2.3 Курсовая работа (курсовой проект)

Курсовая работа имеет целью овладение умениями и навыками программирования обработки в *CAD/CAM*-системе *ADEM/NX* сложно-профильных деталей типа тел вращения.

Тема курсовой работы: "Автоматизированное программирование обработки сложно-фасонной детали типа тела вращения на токарно-револьверном станке с системой ЧПУ *Sinumerik*". Курсовая работа предусматривает: построение в модуле *CAD* системы *ADEM/NX* 3D-модели обрабатываемой детали; создание плана обработки на станке с ЧПУ;

формирование в модуле *CAM* системы *ADEM/NX* исходных данных для автоматизированного программирования обработки; генерирование *CLDATA* и его отладку в среде моделирования /симуляции модуля *CAM* системы *ADEM/NX*; формирование управляющей программы и ее анализ. В процессе анализа обучающийся устанавливает соответствие команд *CLDATA* кадрам управляющей программы и сравнивает трудоемкость программирования заданной детали и объем управляющей программы (по количеству кадров и в байтах), сформированной в *CAD/CAM*-системе *ADEM/NX* и в среде программирования обработки системы ЧПУ *Sinumerik*.

Пояснительная записка включает следующие разделы:

1. Исходные данные для выполнения курсовой работы (чертеж детали согласно варианту задания).
2. План обработки на станке с ЧПУ (с иллюстрацией эскизами сущности технологических переходов, указанием режущего инструмента и режимов резания при выполнении каждого перехода).
3. Разработка 3D-модели детали/заготовки в модуле *CAD* (приводится скриншот модели и навигатор модуля).
4. Разработка в модуле *CAM* исходных данных для программирования обработки с подробным обоснованием принимаемых решений и их иллюстрацией скриншотами.
5. Генерирование *CLDATA* и формирование управляющей программы с их иллюстрацией применительно к окончательной обработке контура.
6. Разработка основной программы и подпрограмм в системе *Sinumerik* (материал заимствуется из выполненной лабораторной работы).
7. Сравнительный анализ методов программирования обработки и выработка практических рекомендаций. 8. Оглавление, список литературы.

К пояснительной записке прилагается диск с файлами 3D-модели детали/заготовки, сформированных в модуле *CAM* исходных данных для автоматизированного программирования обработки, *CLDATA* и управляющей программы.

Пример темы курсовой работы:

Разработать в *CAD/CAM*-системе *ADEM /NX* управляющую программу обработки
на токарно-револьверном станке с *CNC*-системой ЧПУ сложно-профильной детали типа тела вращения согласно заданию.

3 ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

3.1 Содержание оценочных материалов и их соответствие запланированным результатам обучения

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля). Перечень оценочных средств текущего контроля представлен в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Оценочные средства текущего контроля

Виды учебных занятий	Наименование оценочного средства текущего контроля	Код и индикатор достижения компетенции
Лекционные занятия	Тест текущего контроля дисциплины по разделам, вопросы к самостоятельной работе	ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3
Лабораторные/практические занятия	Выполнение и защита работ	ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3
Самостоятельная работа	Курсовая работа, вопросы по самостоятельной работе, по курсовой работе, подготовка к защите практических и лабораторных работ, вопросы к экзамену	ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы.

Типовые оценочные средства для текущего контроля:

А. Параметр интерполяции при программировании обработки по дуге окружности определяет:

Координату конечной точки дуги окружности.

Координату начальной точки дуги окружности.

*Координату центра дуги окружности.

Б. Какой обобщенный адрес используется при задании в управляющей программе системы ЧПУ Sinumerik обработка стандартно заданной фаски?
CHF.

**CHR.*
RND.

Тесты текущего контроля дисциплины также реализованы в электронной образовательной системе *LMSBlackboard* в учебном курсе 15-16 *IANTiE_TMP_Yusupov_OSChPU*: Обработка на станках с числовым программным управлением.

Тесты ФОС ТК дисциплины в среде *LMSBlackboard* содержат следующие типы вопросов.

- Запрос выбора варианта ответа: тестовые вопросы имеют несколько вариантов ответа, из которых верен один.
- Запрос нескольких ответов: тестовые вопросы могут иметь несколько верных ответов.
- Истина/ложь: предлагается определить, верно ли приведенное утверждение.
- Запрос соответствия: предлагается установить соответствие элементам вопроса левого столбца элементов ответов правого столбца.
- Запрос ранжирования: предлагается проставить ранги предложенных понятий, т. е. определить последовательность действий в алгоритме.

Пример запроса выбора варианта ответа из ФОС ТК дисциплины в системе *LMSBlackboard* (скриншот):

Какой обобщенный адрес используется при задании в управляющей программе системы *Sinumerik* обработки стандартно заданной фаски?

- ☐ 1. *CHF*
- ☐ 2. *CHR*
- ☐ 3. *RND*

3.2 Содержание оценочных материалов промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация обеспечивает оценивание промежуточных результатов обучения по дисциплине (модулю).

Для оценки степени сформированности компетенций используются оценочные материалы, включающие расчётные задания и контрольные (экзаменационные) вопросы.

вопросы к экзамену:

1. Принципиальная функциональная структура *CNC*-систем ЧПУ типа *Sinumerik 802D*..
2. Функциональные области *CNC*-систем ЧПУ типа *Sinumerik 802D* и их обзор.
3. Графический интерфейс пользователя станков с системой ЧПУ типа *Sinumerik 802D*.
4. Характеристика средств программирования обработки *CNC*-систем ЧПУ типа *Sinumerik 802D*..
5. Основная программа, подпрограммы. Правила формирования их имен.
6. Главный кадр, пропуск кадров, комментарии, пользовательские сообщения.
7. Формат кадра и его анализ.
8. Выбор рабочей плоскости при программировании различных методов обработки.
9. Линейная интерполяция при ускоренном перемещении и с запрограммированной скоростью подачи.
10. Методы программирования круговой интерполяции.
11. Программирование главного движения, режимы его реализации.
12. Способы программирования скорости подачи.
13. Программирование обработки элементов сопряжения фаской и скруглением.
14. Программирование обработки участков плавных сопряжений отрезками прямых и дугами окружностей
15. Программирование обработки участков неплавных сопряжений отрезков прямых и дуг окружностей.
16. Программирование предварительной многопроходной и окончательной обработки деталей типа тел вращения с применением стандартных циклов систем ЧПУ *Sinumerik*.
17. Программирование обработки стандартных и произвольной формы канавок.
18. Программирование нарезания резьбы резцом.
19. Программирование центrovания/сверления деталей типа тел вращения с применением стандартных циклов систем ЧПУ *Sinumerik*.
20. Принцип компенсации инструмента.
21. Организация хранения параметров инструментов в системах ЧПУ *Sinumerik*.
22. Линейная коррекция (коррекции на длину инструмента), ее активизация.
23. Радиусная коррекция, схема ее реализации на участках подхода/отхода к контуру при обработке деталей типа тел вращения.
24. Анализ воспроизведения траектории при отработке управляющей программы с радиусной коррекцией.

25. Типы участков подхода/отхода в *CAD/CAM*-системе *ADEM*.
26. Участки для отработки радиусной коррекции в *CAD/CAM*-системе *ADEM*.
27. Формирование последовательности технологических объектов многопозиционной обработки корпусных деталей (*CAD/CAM*-система *ADEM*).
28. Генерирование единой *CLDATA* и управляющей программы и их анализ.
29. Программирование в *CAD/CAM*-системе *ADEM* обработки сложно-фасонных деталей типа тел вращения на базе 3D-модели.
30. Сигналы интерфейса *RS-232* персонального компьютера (представление в графическом интерфейсе драйвера *WINPCNC*) и *CNC*-системы ЧПУ при последовательном обмене информацией, формат передаваемых данных через интерфейс *RS-232* (представление в графическом интерфейсе драйвера *WINPCNC*).
31. Последовательность действий при передаче разработанной управляющей программы от персонального компьютера на станок с *CNC*-системой ЧПУ.
32. Обзор списка инструментов функциональной области Смещение/Параметры *CNC*-систем ЧПУ типа *Sinumerik 802D*.
33. Создание в среде *Sinumerik* однокромочных и двухкромочных резцов револьверной головки и их предварительное параметрирование.
34. Анализ систем координат, применяемых при программировании и технологической наладке токарно-револьверных станков с ЧПУ.
35. Обоснование состава технологической наладки применительно к токарно-револьверному станку с системой ЧПУ *Sinumerik 802D*.
36. Алгоритм определения смещения начала координат программы (детали) в координатном пространстве токарно-револьверного станка с системой ЧПУ *Sinumerik 802D*.
37. Реализация алгоритма определения смещения с привлечением встроенного программного обеспечения системы ЧПУ *Sinumerik 802D*.
38. Алгоритм определения вылетов инструментов револьверной головки.
39. Реализация алгоритма определения вылетов инструментов с привлечением встроенного программного обеспечения системы ЧПУ *Sinumerik 802D*.
40. Референтная и нулевая точки станка с системой ЧПУ *Sinumerik 802D*, реферирование и его этапы.
41. Основные машинные данные системы ЧПУ *Sinumerik 802D*, регламентирующие параметры этапов реферирования.
42. Переопределение нулевой точки токарно-револьверного станка с системой ЧПУ *Sinumerik 802D* ЧПУ и его реализация. Программные упоры и их назначение.

Вопросы для подготовки к защите курсовой работы:

1. Какая информация из плана обработки детали заимствуется при программировании обработки в *CAD/CAM*-системе?
2. В какой последовательности создается в *CAD/CAM*-системе 3D-модель детали типа тел вращения?
3. Каким методом можно задать заготовку при программировании обработки детали типа тела вращения в *CAD/CAM*-системе?
4. В какой системе координат рассчитывается траектория инструмента процессором *CAD/CAM*-системы?
5. Какой тип зоны обработки должен быть принят при программировании обработки ступенчатых валов?
6. Какие опции отображения должны быть активированы при выборе обрабатываемых поверхностей 3D-модели в *CAD/CAM*-системе *ADEM*?
7. Какая последовательность проходов (ходов) формируется при выборе Черновая обработка?
8. Как реализуется подход/отход Линейно-касательный при открытой и полуоткрытой зонах обработки в *CAD/CAM*-системе *ADEM*?
9. С какой скоростью подачи происходит перемещение инструмента на участке подхода/отхода?
10. Как дислоцирована по отношению к детали траектория инструмента, рассчитанная процессором *CAD/CAM*-системы *ADEM* при включении радиусной коррекции Эквидистантная?
11. Как дислоцирована по отношению к детали траектория инструмента, рассчитанная процессором *CAD/CAM*-системы *ADEM* при включении радиусной коррекции Контурная?
12. Функции процессора *CAD/CAM*-системы.
13. Функции постпроцессора *CAD/CAM*-системы.
14. Укажите взаимосвязь между параметрами технологического объекта, сформированного в *CAD/CAM*-системе *ADEM*, командой (командами) *CLDATA* и кадром (кадрами) управляющей программы (по выбору студента).
15. Этапы разработки управляющей программы в *CAD/CAM*-системе *NX*.
16. Понятия родительских и дочерних объектов в *CAD/CAM*-системе *NX*.
17. В чем заключается концепция мастер-модели в *CAD/CAM*-системе *NX*.
18. Назначение и создание системы координат СКС в *CAD/CAM*-системе *NX*.
19. Задание геометрии детали (типа тел вращения) и заготовки в *CAD/CAM*-системе *NX*.
20. Какие действия выполняются в пп. *Настройка данных границы детали* и *Регионы обработки* при программировании обработки деталей типа тел вращения в *CAD/CAM*-системе *NX*?

21. Как расшифровать аббревиатуру *R1_P3_2*, определяющую параметры резца в *CAD/CAM*-системе *NX*?
22. При создании (выборе) инструмента в *CAD/CAM*-системе *NX* задается его параметр **Угол ориентации (ОА)**, как интерпретировать этот параметр в терминологии, принятой при анализе геометрии инструмента?
23. Состав типовых операций (технологических переходов) при программировании обработки деталей типа тел вращения в *CAD/CAM*-системе *NX*.

3.3 Оценка успеваемости обучающихся

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по дисциплине (модулю) осуществляется в соответствии с балльно-рейтинговой системой по 100-балльной шкале. Балльные оценки для контрольных мероприятий представлены в таблице 3.2, балльные оценки для контрольных мероприятий при выполнении курсовой работы (курсового проекта) представлены в таблице 3.3. Пересчет суммы баллов в традиционную оценку представлен в таблице 3.4.

Таблица 3.2

Балльные оценки для контрольных мероприятий

Наименование контрольного мероприятия	Максимальный балл на первую аттестацию	Максимальный балл за вторую аттестацию	Максимальный балл за третью аттестацию	Всего за семестр
4 семестр				
Тестирование	20	8	12	40
Отчет по лабораторным /практическим работам	4	2	4	10
Итого (максимум за период)	24	10	16	50
экзамен				50
Итого				100
Курсовая работа (зачет с оценкой)				100
Итого				100

Таблица 3.4.

Шкала оценки на промежуточной аттестации Выражение в баллах	Словесное выражение при форме промежуточной аттестации - зачет	Словесное выражение при форме промежуточной аттестации - экзамен
от 86 до 100	Зачтено	Отлично
от 71 до 85	Зачтено	Хорошо
от 51 до 70	Зачтено	Удовлетворительно
до 51	Не зачтено	Не удовлетворительно

4 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

4.1.1 Основная литература

1. Балла О.М. Обработка деталей на станках с ЧПУ. Оборудование. Оснастка. Технология. [Электронный ресурс].- Электрон. дан. - СПб: Лань, 2015. - 368 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/64322/#1>)
2. Юсупов Ж.А. Программирование обработки на станках с ЧПУ [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие. - Казань: Издательство КНИТУ-КАИ, 2014. - 214 с. – Режим доступа: <http://e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-2166/261.pdf/index.html>

4.1.2 Дополнительная литература

3. Аверченков А.В., Терехов М.В., Жолобов А.А., Мрочек Ж.А., Шкаберин В.А. Станки с ЧПУ: устройство, программирование, инструментальное обеспечение и оснастка [Электронный ресурс]. – М.: ФЛИНТА, 2014. – 355 с. – Режим доступа: <https://ibooks.ru/reading.php?productid=340796>

4.1.3 Методические материалы

1. Юсупов, Ж. А., Программирование контроллеров станков с ЧПУ [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие. – Электрон. Дан. – Казань: Издательство КНИТУ-КАИ 2013. – 69с. – Режим доступа: <http://e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-2112/1.pdf/index.html>
2. Юсупов Ж.А. Программирование обработки на станках с ЧПУ [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие. Казань: Издательство КНИТУ-КАИ, 2014. – 214 с. – Режим доступа: <http://e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-2166/261.pdf/index.html>
3. Юсупов Ж.А. Изучение и наладка фрезерного станка с ЧПУ МОД. 6М13ГН-1Н.- Казань: КГТУ, 2007. – 13 с.
4. Юсупов Ж.А. Изучение системы поиска инструмента многооперационного станка с ЧПУ: методические указания к лабораторным занятиям. – Казань: КГТУ, 2007
5. Юсупов ЖА Изучение системы автоматического переключения скорости главного движения станков с ЧПУ: методические указания к лабораторным занятиям. – Казань: КГТУ, 2007.- 7 л.

6. Электронный курс «» в структуре электронного университета (Black Board)

Режим доступа:

4.1.4 Перечень информационных технологий и электронных ресурсов, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной информационно-образовательной среды КНИТУ-КАИ.

1. Электронный курс «» в структуре электронного университета (Black Board)

Режим доступа:

4.1.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

1. Электронно-библиотечная система учебной и научной литературы «Лань». URL: <https://e.lanbook.com/>

2. Электронно-библиотечная система учебной и научной литературы «Znanium.com». URL: <https://znanium.com/>

3. Электронно-библиотечная система учебной и научной литературы «Юрайт». URL: <https://urait.ru>

4. Научно-техническая библиотека КНИТУ-КАИ им. Н.Г. Четаева. URL: <http://elibs.kai.ru/>

5. Электронно-библиотечная система ТНТ. URL: <http://tnt-ebook.ru/>

4.2 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и требуемое программное обеспечение

Описание материально-технической базы и программного обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) приведено соответственно в таблицах 4.1 и 4.2.

Таблица 4.1

Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Наименование вида учебных занятий	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа (К. 206)	- мультимедийный проектор; - ноутбук; - настенный экран; - акустические колонки; - учебные столы (шт.), стулья (шт.); - доска; - стол преподавателя, - учебно – наглядные пособия..
Лабораторные/ практические занятия	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий (Лаборатория мини габаритных станков с ЧПУ) (Л. 6)	- гибкая производственная система с компьютерным управлением на базе двух станков с компьютерным управлением (программный продукт CNC) и учебного робота (ГПС1): - настольный токарный станок с ЧПУ; - настольный сверлильно-фрезерный станок с ЧПУ; - учебный робот с электромеханическим управлением; - персональный компьютер с ж/к монитором и установленным лицензионным программным обеспечением; - стеллаж-накопитель заготовок; - компьютерный имитатор ГПС. - гибкий производственный модуль на базе мини-габаритных токарного и фрезерного станков с ЧПУ: - мини-габаритный многофункциональный высокооборотный, вертикально-фрезерный станок с ЧПУ; - мини-габаритный токарно-патронный станок с ЧПУ. - Персональный компьютер для подготовки управляющих программ. - предустановленное программное обеспечение в следующем составе и характеристики: CAD/ CAM/ CAPP система ADEM-VX вер. 9.0; - столы для оборудования; - учебные столы , стулья ; - доска; - стол преподавателя; - учебно – наглядные пособия.
	Компьютерная аудитория (Лаборатория проектирования и моделирования)	- персональный компьютер (графические станции), включенные в локальную сеть с выходом в

	(Л: 301)	Internet; - ЖК монитор 22”; -мультимедиа-проектор; - проекционный экран; - локальная вычислительная сеть; - столы компьютерные; - столы учебные, стулья; - доска; - стол преподавателя; - учебно – наглядные пособия.
	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (Л. 104)	- учебные столы, стулья; - доска; - стол преподавателя; - учебно – наглядные пособия.
Самостоятельная работа	Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ) (Л. 208)	- набор чертежных измерительных инструментов; - учебные столы, стулья; - доска; - учебно – наглядные пособия.
	Помещение для самостоятельной работы студента (Л. 112)	- персональный компьютер; - ЖК монитор 19”; - столы компьютерные; - учебные столы, стулья.

Таблица 4.2

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Производитель	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
1.	Microsoft Windows 7 Professional Russian	Microsoft, США	Лицензионное
2.	Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian	Microsoft, США	Лицензионное
3.	Антивирусная программа Kaspersky Endpoint Security 8 for Windows	Лаборатория Касперского, Россия	Лицензионное
4.	Техэксперт	Кодекс, Россия	Лицензионное
5.	Интегрированная CAD/CAM/CAPP система сквозного проектирования ADEM 8.1	ADEM, Россия	Лицензионное
6.	Система автоматизированного проектирования Siemens NX	Siemens PLM Software, Германия	Лицензионное
7.	Справочник конструктора ASKON	Акон, Россия	Лицензионное
8.	Автоматизированная система проектирования Компас-3D	Акон, Россия	Лицензионное
9.	Система автоматизированного проектирования технологических процессов Вертикаль	Акон, Россия	Лицензионное

5 ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

Обучение по дисциплине (модулю) обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов организуется как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 5.1.

Таблица 5.1

Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету (экзамену)	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Устный опрос по терминам, собеседование по вопросам к зачету (экзамену)	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету (экзамену)	Преимущественно дистанционными методами

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, например:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Освоение дисциплины (модуля) лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Изменения, вносимые в рабочую программу дисциплины (модуля)

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» заведующий кафедрой, реализующей дисциплину