

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования

"Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

_____ Козорез Д.А.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (000205307)

Системы с ЧПУ

(указывается наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки	Автоматизация технологических процессов и производств
Квалификация выпускника	Бакалавр
Профиль подготовки	Автоматизация технологических процессов и производств (в машиностроении)
Форма обучения	очная
	(очно, очно-заочное, заочное)
Выпускающая кафедра	ТАОМ
Обеспечивающая кафедра	ТАОМ
Кафедра-разработчик рабочей программы	ТАОМ

Семестр	З.Е.	Трудоемкость, час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час	Экзамен-нов, час.	Форма промежуточног о контроля
6	2	72	18	16	4	34	0	Зч
7	3	108	34	28	4	42	0	Зо
Итого	5	180	52	44	8	76	0	

Москва

2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы рабочей программы

1. Цели освоения дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения.
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
3. Структура и содержание дисциплины.
4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.
6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.
8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.
9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Приложения к рабочей программе дисциплины

Приложение 1. Аннотация рабочей программы

Приложение 2. Прикрепленные файлы

Программа составлена в соответствии с требованиями СУОС МАИ, разработанного на основе ФГОС ВО (3++) по направлению 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Авторы программы:

Поляков О.А.

Заведующий обеспечивающей кафедрой ТАОМ

Программа одобрена:

Заведующий выпускающей кафедрой
ТАОМ

Директор выпускающего филиала СТ

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ.

Целью освоения дисциплины Системы с ЧПУ является достижение следующих результатов освоения(РО):

N	Шифр	Результат обучения
1	В-1(ПКР - 1.2)	Владеть навыками анализа технологических процессов в области автоматизированного управления
2	В-1(ПКР - 7.2)	Владеть навыками разработки и применять языки программирования
3	З-1(ПКР - 1.2)	Знать способы анализа данных процессов для формирования технического задания
4	З-1(ПКР - 7.2)	Знать современные программные продукты и обеспечение позволяющие разрабатывать алгоритмическое обеспечение
5	У-1(ПКР - 1.2)	Уметь анализировать технологический процесс при решении задач систем автоматического управления
6	У-1(ПКР - 7.2)	Уметь разрабатывать программное обеспечение средств и систем автоматизации с применением современных программ

Перечисленные РО являются основой для формирования следующих компетенций:

N	Шифр	Компетенция
1	ПКР-1	Способность собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования средств и систем механизации и автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами
2	ПКР-7	Способность к участию в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования

Индикаторы достижения компетенций, служащие для проверки сформированности части соответствующей компетенции:

N	Шифр	Индикатор компетенций
1	ПКР-1.2	Анализирует исходные данные технологических процессов для формирования технического задания на разработку системы автоматического управления
2	ПКР-7.2	Участвует в работах по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами
3	ПКР-1.2	Анализирует исходные данные технологических процессов для формирования технического задания на разработку системы автоматического управления
4	ПКР-7.2	Участвует в работах по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.

Дисциплина Системы с ЧПУ является предшествующей и последующей для следующих дисциплин:

N	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
1		Проектирование автоматизированных систем
2		Научно-исследовательская работа
3		Теплотехника
4		Итоговая гос. аттестация
5		Программное обеспечение автоматизированных систем управления технологическими процессами
6		Диагностика и надежность автоматизированных систем

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость практики составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы), 180 часа(ов).

Модуль	Раздел	Лекции	Практич. занятия	Лаборат. работы	СРС	Всего часов	Всего с экзаменами и курсовыми
Системы с ЧПУ (6 сем)	Промышленные роботы	12	0	0	0	12	72
	Гибкие производственные системы	6	16	4	34	60	
Системы с ЧПУ (7 сем)	Системы управления станками	2	0	0	0	2	108
	Классификация систем программного управления станками	2	0	0	0	2	
	Характеристики и конструктивные особенности числовых систем управления	4	0	0	0	4	
	Программное обеспечение систем ЧПУ	4	0	0	0	4	
	Задачи и состав программного обеспечения	2	0	0	0	2	

	Характеристики операционных систем	4	0	0	0	4	
	Алгоритмы и программы функций управления систем с ЧПУ	6	0	4	4	14	
	Принципы программирования систем с ЧПУ	10	28	0	18	56	
Всего		52	44	8	56	160	180

3.1. Лекции

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем часов	Тема лекции
1	1.1.Промышленные роботы	2	История развития робототехники. Управление движениями человека
2	1.1.Промышленные роботы	2	Устройство роботов
3	1.1.Промышленные роботы	4	Приводы
4	1.1.Промышленные роботы	4	Управление роботами.
5	1.2.Гибкие производственные системы	2	Проектирование средств автоматизации
6	1.2.Гибкие производственные системы	4	Комплектные системы программного управления станков
7	2.1.Системы управления станками	2	Системы управления станками
8	2.2.Классификация систем программного управления станками	2	Классификация систем программного управления станками
9	2.3.Характеристики и конструктивные особенности числовых систем управления	4	Характеристики и конструктивные особенности числовых систем управления
10	2.4.Программное обеспечение систем ЧПУ	4	Программное обеспечение систем ЧПУ
11	2.5.Задачи и состав программного обеспечения	2	Задачи и состав программного обеспечения
12	2.6.Характеристики операционных систем	4	Характеристики операционных систем
13	2.7.Алгоритмы и программы функций управления систем с ЧПУ	6	Алгоритмы и программы функций управления систем с ЧПУ
14	2.8.Принципы программирования систем с ЧПУ	6	Принципы программирования систем с ЧПУ

15	2.8.Принципы программирования систем с ЧПУ	4	Методы и средства для программирования станков с ЧПУ
Итого:		52	

3.2. Содержание лекций

1.1.1. История развития робототехники. Управление движениями человека (АЗ: 2, СРС: 0)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Этапы становления робототехники, поколения роботов, функциональная схема робота. Стратегические, тактические и оперативные контуры управления движениями человека.

1.1.2. Устройство роботов (АЗ: 2, СРС: 0)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Манипуляционные системы, рабочие органы, системы передвижения, сенсорные системы и устройства управления роботами

1.1.3. Приводы (АЗ: 4, СРС: 0)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Классификация и устройство приводов: пневматические/гидравлические, электрические, микроприводы. Рекуперация энергии в приводах.

1.1.4. Управление роботами. (АЗ: 4, СРС: 0)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Математическое описание роботов. Дискретное, непрерывное, адаптивное и интеллектуальное управление роботами.

1.2.1. Проектирование средств автоматизации (АЗ: 2, СРС: 0)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Постановка задачи проектирования. Особенности проектирования систем с ЧПУ. Основные понятия и определения. Классификация систем программного управления станками. Характеристики и конструктивные особенности числовых систем управления.

1.2.2. Комплектные системы программного управления станков (АЗ: 4, СРС: 0)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Системы ЧПУ и программируемые контроллеры ведущих фирм

2.1.1. Системы управления станками (АЗ: 2, СРС: 0)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Основные понятия и определения. Классификация систем программного управления станками. Характеристики и конструктивные особенности числовых систем управления

2.2.1. Классификация систем программного управления станками (АЗ: 2, СРС: 0)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Позиционные, контурные и комбинированные системы ЧПУ. Системы ЧПУ с постоянной структурой и системы с программной реализацией алгоритмов работы.

2.3.1. Характеристики и конструктивные особенности числовых систем управления (АЗ: 4, СРС: 0)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Характеристики и конструктивные особенности числовых систем класса NC. Характеристики и конструктивные особенности числовых систем класса CNC. Характеристики и конструктивные особенности прочих числовых систем.

2.4.1. Программное обеспечение систем ЧПУ (АЗ: 4, СРС: 0)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Характеристики операционных систем. Алгоритмы и программы функций управления станками с ЧПУ.

2.5.1. Задачи и состав программного обеспечения (АЗ: 2, СРС: 0)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Общие вопросы программного обеспечения УЧПУ. Этапы разработки программного обеспечения.

2.6.1. Характеристики операционных систем (АЗ: 4, СРС: 0)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Основные программные продукты для управления станками с ЧПУ. Общая структура комплектов программного обеспечения систем ЧПУ. Методы программирования.

2.7.1. Алгоритмы и программы функций управления систем с ЧПУ (АЗ: 6, СРС: 0)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Алгоритмическое проектирование программ для станков с ЧПУ. Средства контроля и диагностики систем управления станками с ЧПУ.

2.8.1. Принципы программирования систем с ЧПУ (АЗ: 6, СРС: 0)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Кодирование информации и языки программирования процессов. Системы автоматизации для программирования станков с ЧПУ.

2.8.2. Методы и средства для программирования станков с ЧПУ (АЗ: 4, СРС: 0)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Этапы создания управляющих программ. Задачи, решаемые при программировании работы системы ЧПУ. Геометрическая задача. Логическая задача. Технологическая задача. Терминальная задача.

3.3. Практические занятия

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем часов	Наименование практического занятия
1	1.2.Гибкие производственные системы	4	Изучение конструкции и наладка многоцелевого станка MCV 1020A
2	1.2.Гибкие производственные системы	4	Характеристики числовых систем управления
3	1.2.Гибкие производственные системы	8	Наладка станка модели 16K20Ф3 на обработку детали типа "Вал"
4	2.8.Принципы программирования систем с ЧПУ	8	Программирование в ИСО 7-БИТ
5	2.8.Принципы программирования систем с ЧПУ	6	Основы работы в CAD/CAM-системе Autodesk Inventor HSM
6	2.8.Принципы программирования систем с ЧПУ	4	Моделирование фрезерной обработки простых деталей
7	2.8.Принципы программирования систем с ЧПУ	6	Моделирование фрезерной обработки детали сложной геометрии
8	2.8.Принципы программирования систем с ЧПУ	4	Моделирование токарной обработки
Итого:		44	

3.4. Содержание практических занятий

1.2.1. Изучение конструкции и наладка многоцелевого станка MCV 1020A (АЗ: 4, СРС: 8)

Форма организации: Практическое занятие

Описание: Изучение конструкции и наладка многоцелевого станка MCV 1020A

1.2.2. Характеристики числовых систем управления (АЗ: 4, СРС: 8)

Форма организации: Практическое занятие

Описание: Характеристики числовых систем управления

1.2.3. Наладка станка модели 16K20Ф3 на обработку детали типа "Вал" (А3: 8, СРС: 8)

Форма организации: Практическое занятие

Описание: Наладка станка модели 16K20Ф3 на обработку детали типа "Вал"

2.8.1. Программирование в ИСО 7-БИТ (А3: 8, СРС: 4)

Форма организации: Практическое занятие

Описание: Практическое изучение работы основных команд стандарта ИСО 7-БИТ посредством средств визуализации Inventor HSM

2.8.2. Основы работы в CAD/CAM-системе Autodesk Inventor HSM (А3: 6, СРС: 4)

Форма организации: Практическое занятие

Описание: Программа Inventor HSM обеспечивает логическое расширение параметрической среды Autodesk Inventor для включения функций АСУП. С её помощью возможно осуществлять высококачественное программирование фрезерной обработки, токарной обработки, электроэрозионной обработки, и обработки на многозадачных токарно-фрезерных станках. Помимо возможности генерации управляющих программ для станков с ЧПУ, Inventor HSM, являясь надстройкой в Autodesk Inventor Pro, обладает средствами построения 2D/3D-каркасной геометрии, создания поверхностных и твердотельных моделей.

2.8.3. Моделирование фрезерной обработки простых деталей (А3: 4, СРС: 4)

Форма организации: Практическое занятие

Описание: Программирование и моделирование операций в CAD/CAM-системе Autodesk Inventor HSM

2.8.4. Моделирование фрезерной обработки детали сложной геометрии (А3: 6, СРС: 4)

Форма организации: Практическое занятие

Описание: Программирование и моделирование операций в CAD/CAM-системе Autodesk Inventor HSM

2.8.5. Моделирование токарной обработки (А3: 4, СРС: 2)

Форма организации: Практическое занятие

Описание: Программирование и моделирование операций в CAD/CAM-системе Autodesk Inventor HSM

3.5. Лабораторные работы

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем часов	Наименование лабораторной работы	Наименование лаборатории
1	1.2.Гибкие производственные системы	4	Изучение пульта оператора токарного станка с ЧПУ	Лаборатория «Автоматизация и станки и оборудование с ЧПУ», ауд.113.

2	2.7.Алгоритмы и программы функций управления систем с ЧПУ	4	Алгоритмы интерполяции	Лаборатория «Автоматизация и станки и оборудование с ЧПУ», ауд.113. Лаборатория «Информационная поддержка жизненного цикла продукции», а. 105
Итого:		8		

3.6.Содержание лабораторных работ

1.2.1. Изучение пульта оператора токарного станка с ЧПУ (АЗ: 4, СРС: 10)

Форма организации: Лабораторная работа

Описание: Большинство органов управления современного станка с ЧПУ сосредоточены на передней панели стойки ЧПУ. К органам управления относятся различные переключатели и клавиши, а также дисплей, позволяющий оператору «общаться» со станком. Системы ЧПУ имеют цветной жидкокристаллический дисплей. Любая стойка ЧПУ имеет клавиатуру: либо полноразмерную, аналогичную клавиатуре обычного персонального компьютера, либо ограниченную, которая позволяет вводить только основные символы и знаки программирования.

2.7.1. Алгоритмы интерполяции (АЗ: 4, СРС: 4)

Форма организации: Лабораторная работа

Описание: Алгоритмическое проектирование программ для станков с ЧПУ

3.7. Курсовые работы и проекты по дисциплине

2.1. Составление управляющей программы фрезерной обработки на станке с ЧПУ системы Fanuc

Тематика: Программирование станков с ЧПУ. Верификация алгоритма в G и M кодах.

Трудоемкость(СРС): 20

Прикрепленные файлы: Пример задания КР_СЧПУ.pdf

3.8. Промежуточная аттестация

1. Зачет (6 семестр)

Прикрепленные файлы: Зачет (6 семестр).pdf

2. Зачет с оценкой (7 семестр)

Прикрепленные файлы: Зачет с оценкой (7 семестр).pdf

4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Основная и дополнительная литература по дисциплине
2. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».
3. Ресурсы научно-технической библиотеки МАИ.
4. Информационные стенды кафедры.

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Описание показателей, критерии оценивания компетенций и описание шкал оценивания осуществляются в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценки результатов обучения студентов по дисциплине (Приказ №42 от 04.04.2014 «Об утверждении положения «Рейтинг по дисциплине»).

Для оценивания интегрированных и практико-ориентированных заданий обучающихся используются следующие критерии по 100-балльной шкале:

1. Формулирование представленной информации в виде проблемы;
2. Предложение способа решения проблемы;
3. Обоснование способа решения проблемы;
4. Демонстрация способа решения проблемы.

Оценивание осуществляется по следующей шкале:

100-балльная шкала	Результат освоения
менее 40	Критерий не сформирован
41-70	Критерий четко не выражен
71-100	Критерий выражен четко

Для оценивания ситуационных заданий используется следующая шкала:

100-балльная шкала	Результат освоения
менее 30	обучающийся не может сформулировать проблему, представленную в задании
31-50	обучающийся формулирует поставленную задачу, у него сформированы изолированные знания и умения, однако отсутствуют интегрированные понятия и навыки, в результате чего допущены ошибки в решении и задание не выполнено
51-80	задание выполнено, обучающийся применяет знания для решения поставленной проблемы, однако не сформированы компетенции, вследствие чего обучающийся испытывает затруднения в демонстрации способов решения задачи

81-100	задание выполнено как в теоретическом, так и в практическом плане, обучающийся легко демонстрирует свою компетентность по данному вопросу
--------	---

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения, включают в себя:

- вопросы к промежуточной аттестации.

Перечень компетенций и этапы их формирования приведены в следующей таблице:

N	Шифр	Компетенция	Этапы формирования компетенции
1	ПКР-1	Способность собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования средств и систем механизации и автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами	Владеть навыками анализа технологических процессов в области автоматизированного управления Знать способы анализа данных процессов для формирования технического задания Уметь анализировать технологический процесс при решении задач систем автоматического управления Семестры - 6, 7
2	ПКР-7	Способность к участию в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования	Владеть навыками разработки и применять языки программирования Знать современные программные продукты и обеспечение позволяющие разрабатывать алгоритмическое обеспечение Уметь разрабатывать программное обеспечение средств и систем автоматизации с применением современных программ Семестры - 6, 7

Вопросы к промежуточной аттестации

"Системы с ЧПУ"

1. Зачет (6 семестр)

Прикрепленные файлы: Зачет (6 семестр).pdf

2. Зачет с оценкой (7 семестр)

Прикрепленные файлы: Зачет с оценкой (7 семестр).pdf

6. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Основная литература:

- 1. Босинзон М.А. Современные системы ЧПУ и их эксплуатация. М.: Издательство «Академия», 2006, 200 с.
- 2. Юревич Е.И. Основы робототехники. БХВ-Петербург, 2005 г, 401 с.
- 3. Аверченков, В. И. Автоматизация подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ [Электронный ресурс] : учебн. пособие для вузов / В. И. Аверченков, А. А. Жолобов, Ж. А. Мрочек, А. В. Аверченков, М. В. Терехов, Л. Б. Левкина. – 2-е изд., стереотип. – М. : ФЛИНТА, 2011. – Ч. 1. – 216 с. - ISBN 978-5-9765-1261-0 <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=453721>
- 4. Аверченков, В. И. Автоматизация подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ [электронный ресурс] : учебн. пособие для вузов [электронный ресурс] / В. И. Аверченков, А. А. Жолобов, Ж. А. Мрочек, А. В. Аверченков, М. В. Терехов, Л. Б. Левкина. – 2-е изд., стереотип. – М. : ФЛИНТА, 2011. – Ч. 2. – 212 с. - ISBN 978-5-9765-1262-7 <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=453730>

б) Дополнительная литература:

- 1. Ловыгин А.А., Тверовский Л.В. Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM-система М.: ДМК Пресс, 2012. – 279 с.
- 2. Сосонкин, В.Л. Системы числового программного управления / В.Л. Сосонкин, Г.М. Мартинов. – М.: Логос, 2005. – 296 с.
- 3. Сосонкин, В.Л. Программирование систем числового программного управления / В.Л. Сосонкин, Г.М. Мартинов. – М.: Логос, 2008. – 344 с.

7. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для обеспечения образовательного процесса по дисциплине обучающимся предоставляется возможность круглосуточного дистанционного индивидуального доступа к электронным библиотечным системам из любой точки, в которой имеется доступ к сети «Интернет».

Наименование ресурса	Интернет-ссылка на ресурс
"ZNANIUM.COM"	
Договор № 4855 эбс/027-1-3200-20 от 08.12.2020 с ООО "ЗНАНИУМ" С «18»12.2020 г. по «17»12.2021 г	http://znanium.com
Договор № эбс/027-1-3026-21 от 22.12.2021 с ООО "ЗНАНИУМ" С «15»12.2021 г. по «31»12.2022 г	https://znanium.com/
Договор № эбс/027-1-2586-22 от 07.12.2022 с ООО "ЗНАНИУМ" С «20»12.2022 г. по «31»12.2023 г	

ООО "Издательство Лань"	
Договор № 027-1-0234-21 от 18.02.2021 года с ООО "Издательство Лань" С «22»_02. 2021г. по « 21» 02.2022 г	e.lanbook.com
Договор № 027-1-0234-21 от 18.02.2021 года с ООО "ЭБС Лань" С «22»_02. 2021г. по « 21» 02.2022	
Договор № СЭБ 027-0-0400-21 от 15.09.2021 года с ООО "ЭБС Лань" С «15»_09. 2021г. по « 14» 09.2024	
Договор № 027-1-0169-22 от 07.02.2022 года с ООО "Издательство Лань" С «22»_02. 2022г. по « 21» 02.2023 г	
Договор № 027-1-0168-22 от 07.02.2022 года с ООО "ЭБС Лань" С «22»_02. 2022г. по « 21» 02.2023	
ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ"	
Электронная библиотечная система ЮРАЙТ. ЭБС "Легендарные книги"	http://biblio-online.ru , https://biblio-online.ru/catalog/legendary
Договор № 027-1-3191-20 от 04.12.2020г ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" для СПО С «04»12.2020 г. по «03»12.2021	https://urait.ru/
Договор № 027-1-3194-20 от 04.12.2020г. с ООО "Электронное издательства ЮРАЙТ" С «04»12.2020 г. по «03»12.2021 г	https://urait.ru/
Договор № 027-1-3034-21 от 03.12.2021г ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" С «04»12.2021 г. по «03»12.2022 г	https://urait.ru/
Договор № 150-1-3269-21 от 10.12.21 ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" для СПО	https://urait.ru/
Договор № 027-1-2554-22 от 01.12.2022г ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" С «04»12.2022 г. по «03»12.2023 г	
Договор № 5537 от 25.11.2022 ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" для СПО	
Электронная библиотека МАИ	
Электронная библиотека МАИ (собственность МАИ). Лицензионный договор № 0267-НИЧ-13 от 11.12.2013 г. с ООО "Дата Экспресс "на право использования программы для ЭВМ Автоматизированная интегрированная библиотечная система (АИБС) «МегаПро» (для размещения Электронной библиотеки МАИ)	https://elibrary.mai.ru/MegaPro/Web
Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических вузов России	
Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических вузов России. Соглашение о создании Консорциума вузов России "Национальный объединенный аэрокосмический университет" от 03.09.2012 г. Договор о сетевом взаимодействии от 15.12.2014 г. Соглашение от «03»09.2012 г. бессрочно	

Библиотека РФФИ	
Библиотека РФФИ	http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library
Единое окно доступа к образовательным ресурсам	
Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru/
Polpred.com	
Polpred.com. Обзор СМИ	http://polpred.com
ООО "РУНЭБ"	
Договор № 027-1-3051-20 от 07.12.2020 с ООО "РУНЭБ" С «07»12.2020 г. по «06»12.2028	http://elibrary.ru
Договор № 027-1-2895-21 от 03.12.2021 с ООО "РУНЭБ" С «03»12.2021 г. по «02»12.2039	
Договор № 027-133215-22 от 20.12.2022 с ООО "НЭБ" С «20»12.2022 г. по «19»12.2030	
ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукоонт"	
Договор № РКТ-054/20/027-1-1129-20 от 30.05.2020 с ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукоонт" С «01»06.2020 г. по «31»05.2021 г	http://text.rucont.ru/
Договор № 027-1-1235-21 от 01.06.2021 с ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукоонт" С «01»06.2021 г. по «31»05.2022 г	https://text.rucont.ru/
Договор № 027-1-1467-22 от 09.06.2022 с ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукоонт" С «01»06.2022 г. по «31»05.2023 г	https://text.rucont.ru/
ФГБУ "РГБ"	
Договор о предоставлении доступа к Национальной электронной библиотеке (НЭБ) №101/НЭБ/2139 от 13.11.2018г. с ФГБУ" РГБ" С «13»11. 2018 г. по «12» 11. 2023	http://нэб.рф
НП НЭИКОН	
Соглашение № 715 ДС-2011 от 16.05.2011 о сотрудничестве в Консорциуме НЭИКОН С «16» 05.2011 г с автоматическим продлением Национальная подписка на-2021 г с РФФИ Государственного задания № 075-00011-20-00 Web Of Science- https://apps.webofknowledge.com Scopus- http://scopus.com Elsevier- http://www.sciencedirect.com , http://www.elsevierscience.ru/products/science-direct , https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/journal-collections , https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/backfile-collections	http://archive.neicon.ru https://apps.webofknowledge.com http://scopus.com http://www.sciencedirect.com , http://www.elsevierscience.ru/products/science-direct , https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/journal-collections , https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/backfile-collections
	http://rd.springer.com , http://www.springerprotocols.com

<p>Математическая база данных zbMATH: http://zbMATH.org</p> <p>American Chemical Society (ACS)- https://www.acs.org/content/acs/en.html</p> <p>American Institute of Physics (AIP)- https://www.scitation.org/</p> <p>American Physical Society- https://journals.aps.org/about</p> <p>EBSCO Publishing (База CASC)- http://search.ebscohost.com</p> <p>Cambridge University Press (CUP)- https://www.cambridge.org/core</p> <p>IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers , Inc.)- https://ieeexplore.ieee.org</p> <p>INSPEC компании EBSCO- INSPEC</p> <p>Institute of Physics (IOP) издательства IOP Publishing- https://iopscience.iop.org/</p> <p>MathSciNet American Mathematical Society- https://www.ams.org/home/page</p> <p>Optical Society of America (OSA)- https://www.osapublishing.org/about.cfm</p> <p>Oxford University Press- https://academic.oup.com/journals/</p> <p>ProQuest Dissertations & Theses Global- https://search.proquest.com/index</p> <p>ORBIT Intelligence - база данных QUESTEL- https://www.orbit.com/</p> <p>SAGE Publication- https://journals.sagepub.com/</p> <p>Annual Reviews Science Collection (AR)- https://www.annualreviews.org</p> <p>JSTOR- www.jstor.org</p> <p>Wiley. John Wiley & Sons.- https://onlinelibrary.wiley.com/</p> <p>Национальная подписка на 2022 г с РФФИ Государственного задания</p>	<p>http://zbMATH.org</p> <p>https://www.acs.org/content/acs/en.html</p> <p>https://www.scitation.org/</p> <p>https://journals.aps.org/about</p> <p>http://search.ebscohost.com</p> <p>https://www.cambridge.org/core</p> <p>https://ieeexplore.ieee.org</p> <p>https://iopscience.iop.org/</p> <p>https://www.ams.org/home/page</p> <p>https://www.osapublishing.org/about.cfm</p> <p>https://academic.oup.com/journals/</p> <p>https://search.proquest.com/index</p> <p>https://www.orbit.com/</p> <p>https://journals.sagepub.com/</p> <p>https://www.annualreviews.org</p> <p>www.jstor.org</p> <p>https://onlinelibrary.wiley.com</p>
<p>Springer Nature:</p> <p>1. eBoock Collection: журналы, книги - https://link.springer.com</p> <p>2. Коллекция журналов и базы данных Springer Nature: https://link.springer.com</p> <p>Begell House Inc. https://www.dl.begellhouse.com/collections/6764f0021c05bd10.html</p> <p>China Academic Journals (CD Edition) Electronic Publishing House Co., Ltd: https://ar.cnki.net/ACADREF</p> <p>Institute of Electrical and Electronics Engineers:</p>	<p>https://link.springer.com</p> <p>https://www.dl.begellhouse.com/collections/6764f0021c05bd10.html</p> <p>https://ar.cnki.net/ACADREF</p> <p>https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/</p>
<p>https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp; https://ieeexplore.ieee.org</p>	<p>home.jsp; https://ieeexplore.ieee.org</p>

EBSCO.	https://www.search.ebscohost.com/	https://www.search.ebscohost.com/
INSPEC:		
1. База данных Academic Search Premier		
2. База данных eBook Academic Collection		
3. eBook EngineeringCore Collection		
ORBIT Intelligence - база данных QUESTEL:		https://www.orbit.com/
https://www.orbit.com/		
SAGE	https://journals.sagepub.com/	https://journals.sagepub.com/
Publication:		
Wiley:	https://onlinelibrary.wiley.com/	https://onlinelibrary.wiley.com/

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Эффективным способом развития творческих способностей студентов при изучении дисциплины является самостоятельная работа, которая нацелена на проработку студентами материала прошедших контактных занятий и подготовку к предстоящим занятиям.

Самостоятельная работа студентов проводится ими в соответствии с собственными возможностями. Можно, однако, рекомендовать групповое изучение материалов, обеспечивающее совместную работу нескольких студентов, что положительно влияет на качество проработки программы курса.

В то же время высокая степень усвоения изучаемой дисциплины достигается при постоянной работе студентов над текущим материалом. В этой связи желательна проработка лекционного материала в день его прочтения, что позволяет, во-первых, оперативно (на следующей лекции) снимать возникающие вопросы и, во-вторых, создавать багаж знаний по дисциплине задолго до промежуточной аттестации.

При подготовке к практическим занятиям также необходима проработка лекционного материала. Это позволит осознано работать с предлагаемым материалом преподавателем на практическом занятии, а, следовательно, закладывать базу методик и приемов при решении практических задач.

При изучении материала необходимо делать акцент не на зазубривании материала, а на понимании его физической сути, что развивает мышление и позволяет понять методологию изучаемой дисциплины.

Лекции:

В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации.

Желательно оставлять в рабочих конспектах поля, где делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Рекомендуется задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Свой конспект лекции следует дорабатывать, делая в нём соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной рабочей программой для рабочей программы дисциплины (РПД).

Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность и продолжительность действий:

- Изучение конспекта лекции в тот же день (после лекции): 10-15 минут.
- Изучение конспекта лекции за день перед следующей лекцией: 10-15 минут.
- Изучение теоретического материала по учебнику и конспекту: 2 часа в неделю.
- В течение недели 1 час работать с литературой в библиотеке (электронной библиотеке).

Рекомендации по работе с литературой заключаются в необходимости изучения информации по изучаемой тематике и изложенной в учебниках, учебных пособиях, периодических изданиях.

Рекомендуется после изучения очередного параграфа учебника выполнить несколько простых упражнений на данную тему. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе следующие вопросы и попробовать ответить на них:

- о чём этот параграф?
- какие новые понятия введены, каков их смысл?
- что дадут эти понятия на практике?

Семинарские занятия:

Важной составной частью учебного процесса в вузе являются семинарские/практические занятия. Планы семинарских занятий, их тематика, рекомендуемая литература, цель и задачи её изучения сообщаются преподавателем на вводных занятиях или берутся из РПД.

Подготовка к семинарскому занятию включает 2 этапа: 1-й – организационный; 2-й - закрепление и углубление теоретических знаний. На первом этапе студент планирует свою самостоятельную работу, которая включает:

- уяснение задания на самостоятельную работу;
- подбор рекомендованной литературы;
- составление плана работы, в котором определяются основные пункты предстоящей подготовки.

Второй этап включает непосредственную подготовку студента к занятию. Начинать надо с изучения рекомендованной литературы. На лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов.

При необходимости следует обращаться за консультацией к преподавателю. На семинаре каждый его участник должен быть готовым к выступлению по всем поставленным в плане вопросам, проявлять максимальную активность при их рассмотрении. Выступление должно строиться свободно, убедительно и аргументировано. Преподаватель следит, чтобы выступление не сводилось к репродуктивному уровню (простому воспроизведению текста), не допускается и простое чтение конспекта.

При подготовке к практическим занятиям, обучающимся необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. В ходе подготовки к практическим занятиям необходимо освоить основные понятия и методики расчета показателей, ответить на контрольные вопросы.

Подготовка к зачётам и экзаменам:

При подготовке к зачёту по дисциплине обучающийся прорабатывает содержание лекций по своему конспекту и по рекомендованным учебникам. На каждый вопрос, обучающийся должен написать план ответа, кратко перечислить и запомнить основные факты, положения. На этапе подготовки к зачету обучающийся систематизирует и интегрирует информацию, относящуюся к разным разделам лекционного материала, лучше понимает взаимосвязь различных фактов и положений дисциплины, восполняет пробелы в своих знаниях.

Методические рекомендации к заданиям:

Выполнение домашнего задания студентом является повторением, закреплением и усвоением пройденного на занятии материала, подготовка к изучению новых вопросов, расширение и углубление знаний, формирование умений и навыков. Преподаватель формулирует домашнее задание оптимальным по объёму и содержанию с вопросами для обсуждения и расчетными задачами, предполагая преемственность перехода от ранее изученного к новому.

Темы рефератов, как правило, посвящены рассмотрению одной проблемы. Объём реферата может быть от 12 до 15 страниц машинописного текста. Текстовая часть работы состоит из Введения, Основной части и Заключения.

Во введении студент кратко обосновывает актуальность избранной темы реферата, раскрывает конкретные цели и задачи, которые он собирается решить в ходе своего небольшого исследования.

В основной части подробно раскрывается содержание вопроса (вопросов) темы.

В заключении кратко должны быть сформулированы полученные результаты исследования и даны выводы. Кроме того, заключение может включать предложения автора, в том числе и по дальнейшему изучению заинтересовавшей его проблемы.

В список литературы (источников и литературы) студент включает только те документы, которые он использовал при написании реферата.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Дисциплина ориентирована на применение компьютерной техники, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", электронной библиотеки МАИ для поиска, сбора, хранения, обработки и представления информации.

Программное обеспечение, Интернет-ресурсы, электронные библиотечные системы:

а) Программное обеспечение:

- Autodesk Inventor Pro, Autodesk HSM;
- SolidWorks, SolidCAM.

б) Интернет ресурсы:

- все материалы размещены на сайте Ступинского филиала МАИ в разделе «Библиотека»
- <http://students.autodesk.com/?nd=russia> (сайт предлагает ресурсы и инструменты для совер

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лаборатория «Информационная поддержка жизненного цикла продукции», а. 105, 18 компьютеризированных посадочных мест. Комплект мультимедийного оборудования (экран настенный проекторный, проектор BenQ, доска магнитно-маркерная), принтер, доступ в Интернет через локальную сеть, лицензионный пакет системного и офисного ПО, специальное лицензионное ПО Inventor, Solid Works, QForm, APM Winmachine, Columbus, NanoCAD Механика.

Лаборатория «Автоматизация и станки и оборудование с ЧПУ», ауд.113. Оснащена: токарный ТПК-125-ВН2, фрезерный MC12-250, токарный 16A20Ф3С40 Simens Sinumerik 802, фрезерный BM133-20 Simens Sinumerik 802D, фрезерный MCV-1020A Fanuc.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина "Системы с ЧПУ" является частью "Блока 1 Дисциплины" дисциплин подготовки студентов по направлению подготовки 15.03.04 "Автоматизация технологических процессов и производств". Дисциплина реализуется на "Московского авиационного института (национального исследовательского университета)" кафедрой (кафедрами) .

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций: ПКР-1, ПКР-7.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с: - использованием современных информационных технологии, техники, прикладных программных средств при решении задач профессиональной деятельности;

- оптимизацией решений при создании отдельных видов продукции с учетом требований долговечности, безопасности жизнедеятельности, качества, стоимости, сроков исполнения и конкурентоспособности;
- способностью выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовностью использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством;
- владением навыками создания компьютерных 3D-моделей деталей и узлов изделий машиностроения с использованием специализированного программного обеспечения.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: Лекция, Практическое занятие, Лабораторная работа.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: промежуточная аттестация в форме Зачет (6 семестр), Зачет с оценкой (7 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (52 часов), практические (44 часов), лабораторные (8 часов) занятия и (76 часов) самостоятельной работы студента.

Прикрепленные файлы

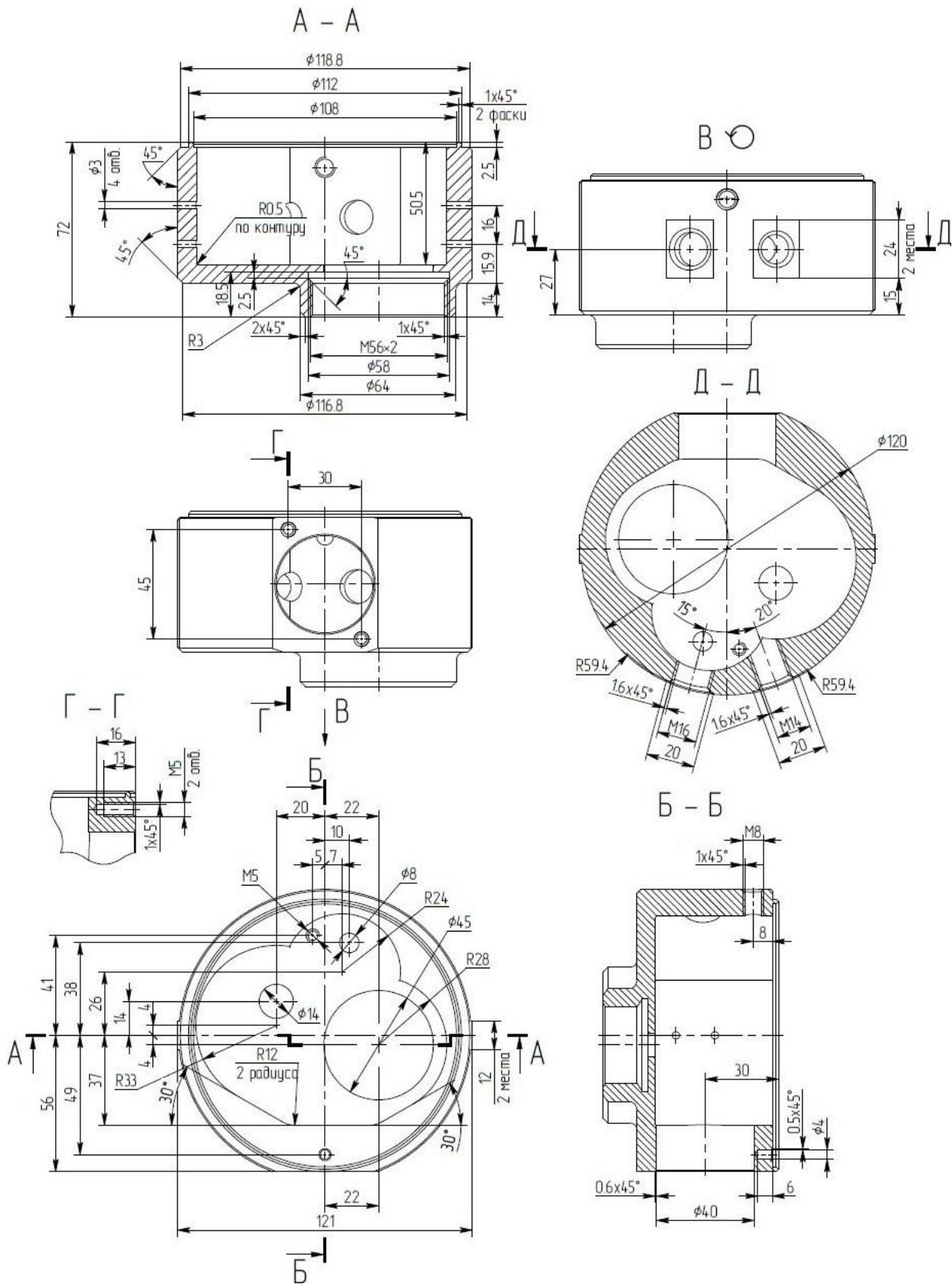
Пример задания КР_СЧПУ.pdf

Зачет с оценкой (7 семестр).pdf

Зачет (6 семестр).pdf

Пример задания на курсовую работу.

По чертежу детали построить её 3D-модель. На основании моделирования технологических операций механической обработки разработать управляющую программу для станка MCV 1020A.



Вопросы к экзамену «Системы с ЧПУ», 7 сем.

1. Виды станков. Основные детали и механизмы станков.
2. Классификация станков с ЧПУ.
3. Числовое программное управление. Другие виды систем управления.
4. Основные группы систем с ЧПУ.
5. Виды систем с ЧПУ по способу ввода управляющей программы.
6. Контроллер. Назначение и виды.
7. Обозначение станков с ЧПУ. Международная маркировка.
8. Преимущества станков с ЧПУ.
9. Последовательность проектирования технологического процесса обработки.
10. Маршрутная карта.
11. Операционная карта.
12. Общие принципы разработки технологического процесса обработки детали.
13. Основные требования, предъявляемые к заготовке.
14. Понятие о базах их виды и выбор. Принцип единства баз.
15. Виды установки деталей на станке. Условные обозначения, схемы.
16. Особенности выбора режимов резания на станках с ЧПУ.
17. Режущий инструмент и инструментальные материалы.
18. Сменные многогранные, пластины и их конструктивные особенности.
19. Классификация многогранных пластин.
20. Точность обработки. Способы размерной настройки инструмента
21. Обработка на токарных станках с ЧПУ.
22. Режущий инструмент. Оснастка и вспомогательный инструмент.
23. Обработка на фрезерных станках с ЧПУ.
24. Режущий инструмент и оснастка.
25. Обработка на сверлильных и расточных станках с ЧПУ.
26. Обработка на многооперационных станках.
27. Пути совершенствования станков с ЧПУ.
28. Типы систем программного управления.
29. Системы координат и направления движения исполнительных органов.
30. Виды программносителей.
31. Подготовка управляющих программ и их запись.
32. Адреса команд, используемых в УП.
33. Интерполяция и ее виды.
34. Системы циклового программного управления.
35. Системы числового программного управления.

- 36.Электроприводы главного движения.
- 37.Электроприводы движения подачи.
- 38.Электроприводы вспомогательного движения.
- 39.Датчики положения. Виды датчиков.
- 40.Языки программирования.
- 41.Значения буквенных адресов в УП.
- 42.Шаговые двигатели и их применение.
- 43.Этапы развития оборудования с ЧПУ. Преимущества станков с ЧПУ по сравнению с «классическими» станками.
- 44.Панель оператора станка с ЧПУ. Свободно программируемые кнопки на пульте.
- 45.Основные виды систем автоматического управления станками.
- 46.Какие возможности обеспечивает система стандартных типовых функций?
- 47.Системы ЧПУ с замкнутым и разомкнутым контуром.
- 48.Возможности систем CAD/CAM. Библиотеки управляющих программ.
- 49.Контурные и позиционные устройства ЧПУ.
- 50.Преимущества использования стандартных технологических функций в программном обеспечении станка.
- 51.Микропроцессорная система.
- 52.Языки низкого и высокого уровня.
- 53.Основные виды автоматизированного оборудования с ЧПУ и область их применения.
- 54.Опишите преимущества станков с ЧПУ при использовании современного программно-математического обеспечения.
- 55.Классификация систем ЧПУ по технологическому назначению. Какие системы ЧПУ применяют для ОЦ?
- 56.Основные модули СЧПУ.
- 57.Методы подготовки управляющих программ. Формат УП.
- 58.Объясните назначение маховичка на пульте оператора.
- 59.Технологические укладки. Назовите основные базисы современного автоматизированного производства.
- 60.Что обеспечивает система коррекции инструмента?
- 61.Каково назначение систем CAD/CAM, шин связи и протоколов обмена информацией.
- 62.Какие возможности обеспечивает система диагностики устройства ЧПУ?
- 63.Что такое устройства ЧПУ класса CNC?

64. Языки программирования программируемых логических контроллеров.
65. Каковы основные тенденции развития устройств ЧПУ станков? Преимущества унификации устройств ЧПУ с ПК. Информационные технологии управления СЧПУ.
66. Подсистема обратной связи. Принцип действия кругового и линейного датчиков.
67. Основные G-коды.
68. Подсистема приводов. Основные виды электроприводов СЧПУ.
69. Какие возможности обеспечивает защита доступа программного обеспечения?
70. Каким электрическим сигналом управляется аналоговый электропривод от системы ЧПУ и какие основные сигналы поступают от электропривода в систему ЧПУ?
71. Основные M-коды.

Вопросы к зачёту «Системы с ЧПУ» (робототехника + СЧПУ), 6 сем.

1. Принципы проектирования роботов
2. Уровни управления движением человека.
3. Приводы роботов
4. Технологические комплексы с роботами на вспомогательных операциях
5. Технологические комплексы с роботами на основных операциях
6. Рабочие органы манипуляторов
7. Схема управления движениями человека
8. Способы управления роботом
9. Классификация технологических комплексов с роботами
10. Классификация роботов
11. Манипуляционные системы
12. Сенсорные системы роботов
13. Программное управление роботом
14. Функциональная схема робота
15. Интеллект и творчество
16. Техника безопасности в робототехнике
17. Социально-экономические эффекты применения роботов
18. Динамические уровни управления движениями человека
19. Понятие о ГПС
20. Системы передвижения роботов
21. Экстремальная робототехника
22. Этапы развития робототехники
23. Понятие об искусственном интеллекте
24. Робототехника в непромышленных отраслях
25. Средства робототехники помимо роботов
26. Гидравлические роботы
27. Сборочные робототехнические комплексы

28. Рабочая зона манипулятора. Классификация манипуляторов по системе координат.
29. Роботизированные комплексы механообработки
30. Сборочные робототехнические комплексы
31. Копирующие манипуляторы
32. Тенденции развития современной робототехники
33. Роботизированные комплексы холодной штамповки
34. Системы координат манипуляторов роботов
35. Управление роботом человеком оператором
36. Пневмоприводы
37. Принцип построения систем с подчиненным регулированием параметров.
38. Принцип работы преобразователя фаза-код.
39. В чем состоят преимущества комбинированных систем?
40. Численные методы решения дифференциальных уравнений используются
41. при реализации алгоритмов интерполяции?
42. Каким образом влияет цифровой регулятор на устойчивость системы регулирования?
43. Принцип работы шагового двигателя.
44. Конструкция реактивного ШД и гибридного ШД.
45. За счет чего достигается уменьшение шага?
46. Какие меры предпринимаются для увеличения момента ШД при работе на повышенных частотах?
47. Последовательность действий при наладке станка.
48. Объясните назначение УЧПУ НЦ31?
51. Подготовительные и вспомогательные функции.
52. Основные режимы станка мод.16K20Ф3.
53. Как осуществляется ввод - вывод параметров станка.
54. Размерная привязка инструмента.
55. Коррекция вылетов инструмента.