Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 06.07.2026 12:23:39
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

УТВЕРЖДАЮ
Декан
_____ / А.С. Соколов /
«26» февраля 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Технологическое оснащение установок с ЧПУ»

Направление подготовки
15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Профиль
«Компьютерное проектирование оборудования и производств»

Квалификация
Бакалавр

Формы обучения
Очная

Москва, 2026 г.

Разработчик(и):

доцент кафедры «Технологии и оборудование машиностроения»,
к.т.н., доцент /А.В. Александров/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Технологии и оборудование машиностроения»,
к.т.н., доцент /А.Н. Васильев/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 5
3. Структура и содержание дисциплины 5
   - 3.1. Виды учебной работы и трудоемкость 5
   - 3.2. Тематический план изучения дисциплины 5
   - 3.3. Содержание дисциплины 5
   - 3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 6
   - 3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) 6
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 7
   - 4.1. Нормативные документы и ГОСТы 7
   - 4.2. Основная литература 7
   - 4.3. Дополнительная литература 7
   - 4.4. Электронные образовательные ресурсы 7
   - 4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 8
   - 4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 8
5. Материально-техническое обеспечение 8
6. Методические рекомендации 8
   - 6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 9
   - 6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 9
7. Фонд оценочных средств 10
   - 7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения 15
   - 7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения 15
   - 7.3. Оценочные средства 16

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К основным целям освоения дисциплины «Технологическое оснащение установок с ЧПУ» следует отнести:

- формирование у студентов знаний в области станков и установок с числовым программным управлением;
- приобретение студентами умений и навыков программирования станков с ЧПУ;
- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению.

К основным задачам освоения дисциплины «Технологическое оснащение установок с ЧПУ» следует отнести:

- изучение основ числового программного управления;
- овладение основами программирования станков и установок с ЧПУ;
- изучение CAD/CAM систем.

Обучение по дисциплине «Технологическое оснащение установок с ЧПУ» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
ПК-2 Способен оформлять с применением CAD-, CAPP-, PDM-систем технологическую документацию для технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности	ИПК-2.1 Владеет оформлением с применением CAD-, CAPP-, PDM-систем технологической документации для технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности. ИПК-2.2 Умеет оформлять с применением CAD-, CAPP-, PDM-систем технологическую документацию для технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности. ИПК-2.3 Знает правильное оформление технологической документации с применением CAD-, CAPP-, PDM-систем для технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности
ПК-3 Способен исследовать с применением CAD-, CAPP-, PDM-систем технологические процессы изготовления машиностроительных изделий средней сложности	ИПК-2.1 Владеет способами исследования с применением CAD-, CAPP-, PDM-систем технологических операций процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности. ИПК-2.2 Умеет исследовать с применением CAD-, CAPP-, PDM-систем технологические операции технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности. ИПК-2.3 Знает способы исследования с применением CAD-, CAPP-, PDM-систем технологических операций технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Технологическое оснащение установок с ЧПУ» относится к элективным дисциплинам блока Б1 (Б.1.2.ЭД.1) основной образовательной программы.

Дисциплина «Технологическое оснащение установок с ЧПУ» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:
в обязательной части (Б.1.1):
- оборудование автоматизированного производства;
- основы технологии машиностроения;
в части, формируемой участниками образовательных отношений (Б.1.2):
- технология машиностроения;
- основы теории резания, станки и инструмент;
- основы проектирования технологической оснастки в машиностроении;
в элективных дисциплинах (Б.1.ЭД):
- Основы программирования станков и установок с ЧПУ.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы (144 часа). Изучается на 8 семестре обучения. Форма промежуточной аттестации – зачет.

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			8 семестр
1	**Аудиторные занятия**	**72**	72
	В том числе:		
1.1	Лекции	36	36
1.2	Семинарские/практические занятия	18	18
1.3	Лабораторные занятия	18	18
2	**Самостоятельная работа**	**72**	72
	В том числе:		
2.1	Подготовка и защита практических и лабораторных работ	36	36
2.2	Самостоятельное изучение	36	36
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен		зачет
	Итого	**144**	144

3.2 Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	

	Тема 1. Основы числового программного управления	24	6	3	3		12
	Тема 2. Станочная система координат и структура управляющей программы	24	6	3	3		12
	Тема 3. Базовые G- и M-коды	24	6	3	3		12
	Тема 4. Циклы и автоматическая коррекция радиуса инструмента	24	6	3	3		12
	Тема 5. Основы эффективного программирования	24	6	3	3		12
	Тема 6. CAD/CAM системы	24	6	3	3		12
Итого		**144**	**36**	**18**	**18**		**72**

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Основы числового программного управления
Автоматическое управление. Особенности устройства и конструкции фрезерного станка с ЧПУ. Функциональные составляющие (подсистемы) ЧПУ. Функционирование системы ЧПУ. Языки для программирования обработки. Прямоугольная система координат. Написание простой управляющей программы. Создание управляющей программы на персональном компьютере. Передача управляющей программы на станок. Проверка управляющей программы на станке. Тестовые режимы станка с ЧПУ. Последовательность полной проверки управляющей программы.

Тема 2. Станочная система координат и структура управляющей программы
Нулевая точка станка и направления перемещений. Нулевая точка программы и рабочая система координат. Компенсация длины инструмента. Абсолютные и относительные координаты. Комментарии в управляющей программе и карта наладки. G- и M-коды. Слово данных, адрес и число. Модальные и немодальные коды. Формат программы. Строка безопасности. Важность форматирования управляющей программы.

Тема 3. Базовые G- и M-коды
Ускоренное перемещение. Линейная интерполяция. Круговая интерполяция. Дуга. Базовые M-коды. Останов выполнения управляющей программы. Управление вращением шпинделя. Управление подачей СОЖ. Автоматическая смена инструмента. Завершение программы.

Тема 4. Циклы и автоматическая коррекция радиуса инструмента
Постоянные циклы. Стандартный цикл сверления и цикл сверления с выдержкой. Относительные координаты в постоянном цикле. Циклы прерывистого сверления. Циклы нарезания резьбы. Циклы растачивания. Автоматическая коррекция радиуса инструмента.

Тема 5. Основы эффективного программирования
Подпрограммы. Работа с осью вращения (4-й координатой). Параметрическое программирование.

Тема 6. CAD/CAM системы
Общая схема работы с CAD/CAM-системой. Виды моделирования. Уровни CAM-системы. Геометрия и траектория. Выбор геометрии. Выбор стратегии и инструмента, назначение

параметров обработки. Плоская обработка. Объемная обработка. Бэкплот и верификация. Постпроцессирование. Передача управляющей программы на станок с ЧПУ. Ассоциативность. Пятикоординатное фрезерование и 3D-коррекция. Высокоскоростная обработка. Требования к современной CAM-системе.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия
Практическая работа 1. Простая управляющая программа
Практическая работа 2. Управляющая программа с циклами
Практическая работа 3. Использование подпрограмм

3.4.2. Лабораторные занятия
Лабораторная работа 1. Программирование токарной обработки на станках с ЧПУ
Лабораторная работа 2. Программирование фрезерной обработка на станках С ЧПУ
Лабораторная работа 3. Программирование с использованием CAM-системы

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовые работы/проекты отсутствуют.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

4.2 Основная литература

1. *Чуваков, А. Б.* Подготовка технологических процессов и программирование обработки деталей на станках с ЧПУ : учебник для вузов / А. Б. Чуваков. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 153 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08647-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://biblio-online.ru/bcode/600201

4.3 Дополнительная литература

2. Автоматизация выбора режущего инструмента для станков с ЧПУ : монография / В. И. Аверченков, А. В. Аверченков, М. В. Терехов, Е. Ю. Кукло. — 2-е изд. — Москва : ФЛИНТА, 2011. — 151 с. — ISBN 978-5-9765-1250-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/60713

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР):

Название ЭОР	
Программная обработка на станках с ЧПУ	https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=5156

Разработанный ЭОР включают задания для лабораторных работ, тесты.

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.
Полезные учебно-методические и информационные материалы также представлены на сайте:
www.planetacam.ru – Планета CAM – сетевое издание.

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	http://www.elibrary.ru	Доступно
Web of Science Core Collection – политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных	http://webofscience.com	Доступно

5. Материально-техническое обеспечение

Лаборатория станков с ЧПУ и инструментального обеспечения (АВ1104).
Компьютерный класс кафедры «Технология и оборудование машиностроения»
Ауд. АВ1517

6. Методические рекомендации

Методика преподавания дисциплины «Технологическое оснащение установок с ЧПУ» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– подготовка к выполнению и защите лабораторных и практических работ;

– проведение лабораторных занятий с привязкой темы занятий к решению конкретных задач освоения дисциплины;

– более углубленное изучение материала по рекомендуемой преподавателем литературе.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Технологическое оснащение установок с ЧПУ» и в целом по дисциплине составляет 60% аудиторных занятий.

Образовательные технологии

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) (см. п.4.4).

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической ра-

боты.

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Основное внимание при изучении дисциплины «Технологическое оснащение установок с ЧПУ» следует уделять изучению станков с ЧПУ и программированию этих станков для обработки изделий машиностроения.

Для проведения занятий по дисциплине используются средства обучения:

- учебники, информационные ресурсы Интернета;
- справочные материалы и нормативно-техническая документация;
- материалы курса дисциплины на портале https://lms.mospolytech.ru/.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов алгоритмизации и разработки прикладных программ, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к экзамену.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- подготовка к лабораторным работам;
- изучение материалов на портале https://lms.mospolytech.ru для закрепления тем. Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:
- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия. презентация работы.

7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств представлен в Приложении 2 к рабочей программе и включает разделы:

7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

7.3. Оценочные средства
7.3.1. Текущий контроль
7.3.2. Промежуточная аттестация

Приложение 1

Тематический план содержания дисциплины «Технологическое оснащение установок с ЧПУ»
по направлению подготовки
15.03.05 "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств"
Профиль подготовки
Компьютерное проектирование оборудования и производств
Форма обучения: Очная
(Бакалавр)

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы Студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
	Восьмой семестр														
1.	Основы числового программного управления	8	1-3	6	3	3	12								
2.	Станочная система координат и структура управляющей программы	8	4-6	6	3	3	12								
3.	Базовые G- и M-коды	8	7-9	6	3	3	12								
4.	Циклы и автоматическая коррекция радиуса инструмента	8	10-12	6	3	3	12								

5.	Основы эффективного программирования	8	13-15	6	3	3	12								
6.	CAD/CAM-системы	8	16-18	6	3	3	12								
	Форма аттестации														**З**
	Всего часов по дисциплине			36	18	18	72								

Приложение 2

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 15.03.05 "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств"

Профиль «**Компьютерное проектирование оборудования и производств**»

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Типы профессиональной деятельности (в соответствии с ФГОС ВО):

производственно-технологический, научно-исследовательский.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Технологическое оснащение установок с ЧПУ»

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств

Составитель:

к.т.н., доц. Александров А.В.

Москва, 2026 год

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОСНАЩЕНИЕ УСТАНОВОК С ЧПУ»

Комплект контрольно-оценочных средств предназначен для проверки результатов освоения учебной дисциплины «Технологическое оснащение установок с ЧПУ» основной образовательной программы по направлению подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», профиль «Компьютерное проектирование оборудования и производств».

В результате контроля и оценки по учебной дисциплине осуществляется комплексная проверка следующих компетенций (таблица 1).

Таблица 1

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-2 Способен оформлять с применением CAD-, CAPP-, PDM-систем технологическую документацию для технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности	ИПК-2.1 Владеет оформлением с применением CAD-, CAPP-, PDM-систем технологической документации для технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности. ИПК-2.2 Умеет оформлять с применением CAD-, CAPP-, PDM-систем технологическую документацию для технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности. ИПК-2.3 Знает правильное оформление технологической документации с применением CAD-, CAPP-, PDM-систем для технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности
ПК-3 Способен исследовать с применением CAD-, CAPP-, PDM-систем технологические процессы изготовления машиностроительных изделий средней сложности	ИПК-2.1 Владеет способами исследования с применением CAD-, CAPP-, PDM-систем технологических операций процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности. ИПК-2.2 Умеет исследовать с применением CAD-, CAPP-, PDM-систем технологические операции технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности. ИПК-2.3 Знает способы исследования с применением CAD-, CAPP-, PDM-систем технологических операций технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности.

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1.	Практические (ПР) и лабораторные (ЛР) работы	Оценка способности студента применить полученные ранее знания для программирования станков с ЧПУ	Перечень практических и лабораторных работ
2.	Тестирование, (Т)	Средство контроля, организованное как тестирование на портале https://lms.mospolytech.ru рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Примеры тестовых вопросов
3.	Устный опрос (З - зачет)	Диалог преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала	Вопросы к зачету

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Технологическое оснащение установок с ЧПУ» (прошли промежуточный контроль, выполнили и защитили практические работы). Перечень обязательных работ и форма отчетности по ним представлены в таблице:

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Практические и лабораторные работы (перечень практических и лабораторных работ в приложении 2)	Оформленные отчеты практических и лабораторных работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины с отметкой преподавателя «зачтено», если выполнены и оформлены все работы.

Шкала оценивания	Описание
Зачет	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям (возможно неполное), допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
Незачет	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент не может оперировать знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

7.3.1 Текущий контроль

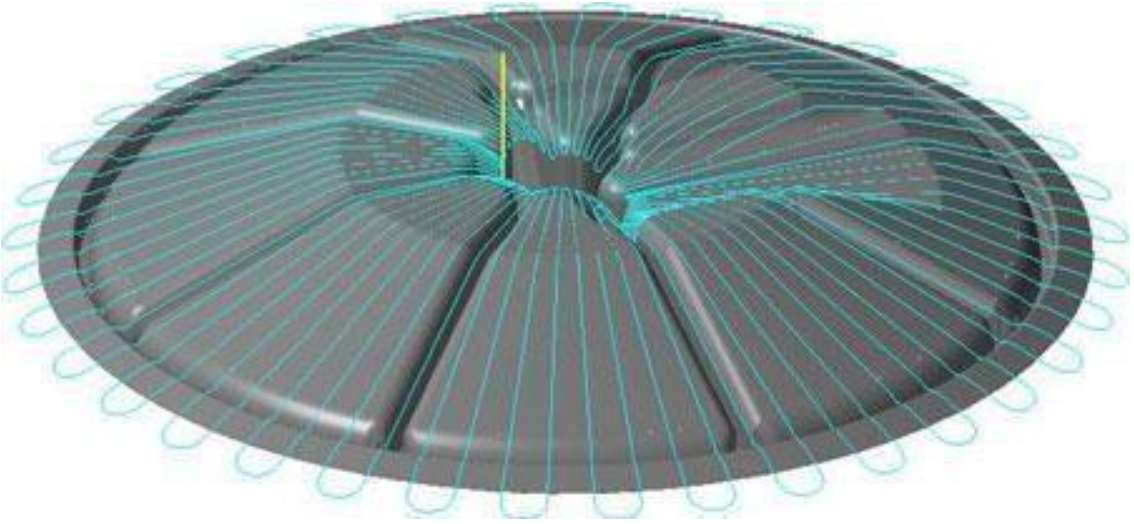
Перечень практических работ дисциплины
«Технологическое оснащение установок с ЧПУ»
15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»
Профиль «Компьютерное проектирование оборудования и производств»
(бакалавриат, очная форма**)**

Практическая работа 1. Простая управляющая программа
Практическая работа 2. Управляющая программа с циклами
Практическая работа 3. Использование подпрограмм

Перечень лабораторных работ дисциплины
«Технологическое оснащение установок с ЧПУ»
15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»
Профиль «Компьютерное проектирование оборудования и производств»
(бакалавриат, очная форма**)**

Лабораторная работа 1. Программирование токарной обработки на станках с ЧПУ
Лабораторная работа 2. Программирование фрезерной обработка на станках С ЧПУ
Лабораторная работа 3. Программирование с использованием CAM-системы

Примеры тестовых вопросов

1. 

Какая стратегия объемной обработки изображена на рисунке?

A послойная обработка кармана
B радиальная обработка
C черновая вертикальная выборка
D обработка по потоковым линиям

2. Какой код служит для автоматической смены инструмента?

A M06
B M03
C M07
D M02

7.3.2. Промежуточная аттестация

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачётно-экзаменационной сессии.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра.

Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) в форме зачета выставляется оценка «зачет» или «незачет».

Перечень вопросов к зачету (8 семестр)

1. Основные и вспомогательные движения, связанные с выполнением технологической операции.
2. Технологическая отработка чертежей при обработке на станках с ЧПУ.
3. Схемы нанесения размеров на чертеже при обработке на станках с ЧПУ.

4. Система координат в станках с ЧПУ в соответствии со стандартом ISO-R840 и их обозначение.
5. Позиционная система программного управления.
6. Контурная система программного управления.
7. Абсолютный способ отсчёта координат.
8. Относительный способ отсчёта координат.
9. Исходная точка или старт точка.
10. «Плавающий ноль».
11. Общие требования к технологичности деталей.
12. Технологические возможности токарных станков с ЧПУ.
13. Технологические возможности фрезерных станков с ЧПУ.
14. Технологические возможности сверлильных станков с ЧПУ.
15. Технологические возможности расточных станков с ЧПУ.
16. Технологические возможности обрабатывающих центров.
17. Задачи позиционной системы программного управления.
18. Задачи контурной системы программного управления.
19. Разделение черновой области на уровни (на примере обработки ступенчатого валика).
20. Технологическая операция на станке с ЧПУ (Определение).
21. Технологическая документация для изготовления управляющей программы.
22. Схемы типовых переходов при обработке на станках с ЧПУ
23. Зоны токарной обработки.
24. Операционно-технологическая карта.
25. Смена инструмента на станках с ЧПУ .
26. Экономическая эффективность применения станков с ЧПУ.
27. Последовательность обработки на станках с ЧПУ.
28. Задачи, решаемые при проектировании токарной операции на токарном станке с ЧПУ.
29. Подготовка технологической информации для разработки управляющих программ.
30. Системы координат установок с ЧПУ. Базовые точки. Способы разработки управляющих программ.
31. Программирование с использованием G и M кодов. Структура программы.
32. Линейная и круговая интерполяция.
33. Понятие компенсации размеров инструмента.
34. Системы числового программного управления Heidenhain на примере фрезерной 3-х осевой обработки.
35. Задание габаритов заготовки и определение нуля программы.
36. Декартовы и полярные координаты.
37. Способы обработки наружных и внутренних контуров.
38. Работа с циклами фрезерования в СЧПУ Heidenhain.
39. Обработка групп элементов от одной нулевой точки.
40. Использование SL-циклов для выборки сложных карманов и обработки островов.
41. Преобразование координат для обработки повторяющихся элементов.
42. Использование данных CAD систем для автоматического задания контура.
43. Программирование с использованием CAM систем. Алгоритм работы в CAM системе.

44. Бэкплот и верификация УП в CAM системе.
45. Передача программы на станок. Отработка управляющей программы.
46. Загрузка инструмента в станок и измерение.
47. Настройка нуля заготовки с использованием измерительного щупа.
48. Использование измерительной системы для контроля точности обработки.
49. Особенности изготовления деталей на многошпиндельных автоматах и полуавтоматах.