

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Степанов Павел Иванович
Должность: Руководитель НТИ НИЯУ МИФИ
Дата подписания: 27.02.2026 10:25:42
Уникальный программный ключ:
8c65c591e26b2d8e460927740cf752622aa3b295

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Новоуральский технологический институт –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего
образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

УТВЕРЖДЕНО

Ученым Советом НТИ НИЯУ МИФИ

Протокол №1 от 30.01.2024

Рабочая программа учебной дисциплины
«Программирование станков с числовым программным управлением»

Направление подготовки	15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств
Профиль подготовки	Технология машиностроения
Квалификация (степень) выпускника	Бакалавр
Форма обучения	Очная

Курс	4
Семестр	7
Трудоёмкость дисциплины, з.е.	4
Трудоёмкость дисциплины, час	144
Аудиторные занятия, всего:	88
лекции	24
лабораторные работы	32
практические занятия	32
Самостоятельная работа, час	29
Контроль (подготовка к экзамену)	27
Форма итогового контроля	Экзамен
Индекс дисциплины в Рабочем учебном плане (РУП)	Б1.В.01.12

Составитель: старший преподаватель кафедры ТМ Сурина Елена Сергеевна

Содержание

1. Цели освоения учебной дисциплины	4
2. Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3. Формируемые компетенции и планируемые результаты обучения	4
4. Воспитательный потенциал дисциплины	6
5. Структура и содержание учебной дисциплины	6
5.1. Структура учебной дисциплины	6
5.2. Содержание учебной дисциплины	7
6 Образовательные технологии	9
7 Фонд оценочных средств	9
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины.....	11
8.1. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины	11
8.2 Учебно-методическое обеспечение дисциплины	12
8.3. Ресурсы информационно-коммуникационной сети интернет, необходимые для освоения дисциплины	12
9. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины.....	12

1. Цели освоения учебной дисциплины

Целью освоения учебной дисциплины «Программирование станков с числовым программным управлением» является формирование необходимых знаний, умений и навыков в области разработки управляющих программ для станков с числовым программным управлением.

2. Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Программирование станков с числовым программным управлением» относится к базовой части профессионального модуля и является логическим завершением дисциплины «Управление системами и процессами», изучаемой в 6-м семестре третьего курса очной формы обучения.

Освоение дисциплины требует также наличия знаний, умений и навыков по дисциплинам «Технология машиностроения», «Режущий инструмент», «Металлорежущие станки и средства технологического оснащения».

Основные изучаемые вопросы дисциплины:

- требования к технологичности деталей, подлежащих обработке на станках с ЧПУ;
- особенности разработки программных операций;
- кодирование управляющей информации в одной из наиболее распространенных систем ЧПУ.

3. Формируемые компетенции и планируемые результаты обучения

Дисциплина «Программирование станков с числовым программным управлением» участвует в формировании компетенций ПК-8.2, ПК-2, ПК-7, принятых для реализации в компетентностной модели.

Компетенция ПК-8.2 соответствует требованиям профессионального стандарта 40.013 «Специалист по разработке технологий и программ для металлорежущих станков с числовым программным управлением», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 14.07.2021 №472н. В её формировании участвуют также дисциплины «Режущий инструмент», «Технология машиностроения», «Управление системами и процессами», «Автоматизация производственных процессов», «Проектирование автоматизированных технологических комплексов в машиностроении», «Системы автоматизированного проектирования технологических процессов».

В формировании компетенции ПК-2, помимо дисциплины «Управление системами и процессами», участвуют также дисциплины «основы технологии машиностроения», «Технология машиностроения», «Детали машин и основы конструирования», «Программирование станков с числовым программным управлением», «Оборудование машиностроительных производств», «Металлорежущие станки и средства технологического оснащения», «Автоматизация производственных процессов», «Проектирование автоматизированных технологических комплексов в машиностроении».

В формировании компетенции ПК-7 участвуют также дисциплины «Электротехника», «Электроника», «Основы надежности технических систем», «Управление системами и процессами», «Оборудование машиностроительных производств», «Металлорежущие станки и средства технологического оснащения», «Автоматизация производственных процессов», «Проектирование автоматизированных технологических комплексов в машиностроении».

Индикаторы достижения компетенции (далее – ИДК) для ПК-8.2, ПК-2, ПК-7 представлены ниже (поскольку компетенции формируются комплексом дисциплин, то в формулировках ИДК указана только та часть, которая имеет отношение непосредственно к данной дисциплине).

Компетенции	ИДК согласно компетентностной модели
ПК-2. Способен выполнять технологическую подготовку производства деталей машиностроения	У-ПК-2. Уметь: выявлять нетехнологичные элементы конструкций деталей машиностроения
ПК-7. Способен участвовать в приеме и освоении вводимых в эксплуатацию средств и систем машиностроительных производств	З-ПК-7. Знать: кинематическую структуру и компоновку станков и другого технологического оборудования, системы управления ими; средства для контроля, испытаний, диагностики и адаптивного управления оборудованием машиностроительных производств; нормативную базу по эксплуатации средств и систем машиностроительных производств, электрооборудования
ПК-8.2 Способен разрабатывать технологии и управляющие программы для станков с ЧПУ, выполнять проверку и отладку управляющих программ	З-ПК-8.2. Знать: технологические возможности токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с ЧПУ; принципы и последовательность проектирования технологических операций изготовления деталей на токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станках с ЧПУ и правила выбора технологических баз; конструкции и назначение режущих инструментов и станочных приспособлений для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с ЧПУ; типовые технологические процессы изготовления деталей средней сложности на токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станках с ЧПУ; системы координат токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с ЧПУ; правила кодирования информации согласно стандарту ИСО-7 бит и для конкретного устройства ЧПУ; методы программирования линейной и круговой интерполяции; интерфейс пульта оператора конкретного устройства ЧПУ
	У-ПК-8.2. Уметь: оценивать технологичность конструкции деталей средней сложности с учетом обработки на токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станках с ЧПУ; разрабатывать и корректировать структуру программных операций с учетом особенностей обработки на токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станках с ЧПУ; выбирать необходимое технологическое оборудование, режущие инструменты и приспособления на основе анализа их возможностей; разрабатывать управляющие программы в САМ-системах и с пульта оператора с применением известных стратегий обработки для изготовления деталей средней сложности на токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станках с ЧПУ; выполнять проверку управляющих программ, в том числе с имитацией съема материала с помощью имитационного программного обеспечения устройств ЧПУ, выявлять и исправлять ошибки; осуществлять обмен файлами между программноносителем и устройством ЧПУ
	У-ПК-8.2. Владеть: навыками разработки структуры программной операции и выбора оборудования для изготовления деталей средней сложности на токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станках с ЧПУ; навыками выбора станочных приспособлений и режущего инструмента для изготовления деталей средней сложности на токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станках с ЧПУ;

Компетенции	ИДК согласно компетентностной модели
	навыками разработки, проверки и корректировки управляющих программ в САМ-системах и с пульта оператора для изготовления деталей средней сложности на токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станках с ЧПУ; навыками передачи файлов управляющей программы на устройство ЧПУ при помощи интерфейсов ввода/вывода

4. Воспитательный потенциал дисциплины

Направления/ цели воспитания	Код и формулировка задачи воспитания	Воспитательный потенциал дисциплины
Профессиональное воспитание	В18 Формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий

5. Структура и содержание учебной дисциплины

5.1. Структура учебной дисциплины

№ п/п	Тема/раздел учебной дисциплины	Виды учебных занятий и их трудоёмкость, час					ИДК	Форма контроля
		Лек- ции	Практи- ческие работы	Лабора- торные работы	Самостоя- тельная работа	Кон- троль		
Курс 4, семестр 7								
1.	Особенности технологической подготовки производства при обработке на станках с ЧПУ	14			29		У-ПК-2 3-ПК-8.2, У-ПК-8.2 3-ПК-7	Домашние контрольные работы ДКР-1, ДКР-2, ДКР-3
2.	Разработка управляющих программ в системе ЧПУ Sinumerik 840D	10	32	32			3-ПК-8.2, У-ПК-8.2, В-ПК-8.2	Результаты выполнения практических и лабораторных работ
	Всего:	24	32	32	29	27		Экзамен

5.2. Содержание учебной дисциплины

5.2.1 Аудиторные занятия

№ п/п	Тема/раздел учебной дисциплины	Содержание	Трудо-ёмкость, час
Лекции			
1	Особенности технологической подготовки производства при обработке на станках с ЧПУ	Этапы разработки технологического процесса и управляющей программы. Документация. Требования к технологичности деталей, обрабатываемых на станках с ЧПУ	2
		Основные принципы разработки маршрутной технологии обработки на станках с ЧПУ. Зоны обработки. Конструктивные элементы. Выбор оборудования.	2
		Структура программной операции. Особенности разработки операционной технологии обработки на станках с ЧПУ. Выбор инструмента.	4
		Типовые траектории токарной, фрезерной, сверлильной обработки на станках с ЧПУ.	4
		Особенности технологии высокоскоростной обработки	2
2	Разработка управляющих программ в системе ЧПУ Sinumerik 840D	Правила кодирования управляющих программ для системы ЧПУ Sinumerik 840D: формат, основные адреса, подготовительные и вспомогательные функции, технологические команды, комментарии и сообщения	2
		Программирования размерных перемещений (линейная, круговая, винтовая интерполяция). Фаски и скругления.	4
		Фреймы TRANS, ROT, MIRROR, SCALE	2
		Подпрограммы и стандартные циклы.	2
Итого:			24
Практические занятия			
1.	Разработка управляющих программ в системе ЧПУ Sinumerik 840D	Разработка управляющей программы сверлильно-фрезерной обработки в G-кодах вручную (общее задание)	4
		Интерфейс симулятора программной обработки SinuTrain. Режимы создания программы. Создание инструмента. Создание программы и подпрограммы. Моделирование обработки. Запуск программы на исполнение	2
		Разработка и отладка управляющих программ на вертикально-фрезерном станке Demo milling machine в режиме ProgramGUIDE (общее задание)	4
		Разработка и отладка управляющих программ на вертикально-фрезерном станке Demo milling machine в режиме Shopmill (общее задание)	8
		Разработка и отладка управляющих программ на токарном станке Demo Lathe в режиме ProgramGUIDE (общее задание)	4
		Разработка и отладка управляющих программ на токарном станке Demo Lathe в режиме Shopturn (общее задание)	8
		Поиск и устранение ошибок в управляющей программе	2
Итого:			32
Лабораторные работы			
1.	Разработка управляющих программ в	Самостоятельное выполнение упражнений по разработке управляющих программ токарной обработки в Shopturn	4
		Самостоятельное выполнение упражнений по разработке	4

№ п/п	Тема/раздел учебной дисциплины	Содержание	Трудо- ёмкость, час
	системе ЧПУ Sinumerik 840D	управляющих программ фрезерной обработки в Shopmill	
		Разработка и отладка управляющей программы фрезерования контура с использованием подпрограммы в ProgramGUIDE (по индивидуальному заданию).	2
		Разработка и отладка управляющей программы фрезерования контура с использованием стандартного цикла фрезерования цапфы по контуру в ProgramGUIDE (по индивидуальному заданию).	2
		Разработка и отладка управляющей программы фрезерования контуров с использованием фреймов смещения, поворота и масштабирования в ProgramGUIDE (по индивидуальному заданию).	2
		Разработка и отладка управляющей программы токарной обработки с использованием подпрограммы в ProgramGUIDE (по индивидуальному заданию).	2
		Наладка и обработка детали на вертикальном обрабатывающем центре	4
		Разработка и отладка управляющей программы обработки детали «Втулка» (по индивидуальному заданию): – установить технологическую последовательность обработки поверхностей детали на токарном станке с ЧПУ; – подобрать по каталогу необходимый режущий инструмент, назначить режимы резания; – выполнить разработку и отладку управляющей программы в двух вариантах: в ProgramGUIDE с использованием стандартных циклов б) в диалоговом режиме Shopturn; <i>Результаты оформить в виде отчета, к нему приложить комплект технологической документации: операционную карту и карты эскизов, – в соответствии с требованиями ЕСТД и ЕСКД (выполняется в рамках практических работ по дисциплине «Технология машиностроения»)</i>	6
		Разработка и отладка управляющей программы обработки детали «Плита» (по индивидуальному заданию): – установить технологическую последовательность обработки поверхностей детали на вертикально-фрезерном обрабатывающем центре с ЧПУ; – подобрать по каталогу необходимый режущий инструмент, назначить режимы резания; – выполнить разработку и отладку управляющей программы в двух вариантах: в ProgramGUIDE с использованием стандартных циклов б) в диалоговом режиме Shopmill; <i>Результаты оформить в виде отчета, к нему приложить комплект технологической документации: операционную карту и карты эскизов, – в соответствии с требованиями ЕСТД и ЕСКД (выполняется в рамках практических работ по дисциплине «Технология машиностроения»)</i>	6
Итого:			32
Всего:			32

5.2.2 Самостоятельная работа обучающихся

Самостоятельная работа студента по учебной дисциплине регламентируется «Положением об организации самостоятельной работы студентов в НТИ НИЯУ МИФИ»

№ п/п	Тема/раздел учебной дисциплины	Вид самостоятельной работы и её содержание	Трудо-ёмкость, час
1.	Особенности технологической подготовки производства при обработке на станках с ЧПУ	Работа с конспектами и методическими материалами в ходе выполнения домашних контрольных работ	29
2.	Разработка управляющих программ в системе ЧПУ Sinumerik 840D	Самостоятельная отработка навыков разработки управляющих программ с применением свободно устанавливаемого ПО SinuTrain for Sinumerik Operate, оформление отчетов по лабораторным работам	
Итого:			29

6 Образовательные технологии

Рекомендации для преподавателя по использованию информационно-образовательных технологий содержатся в «Положении об организационных формах и технологиях образовательного процесса в НТИ НИЯУ МИФИ».

Аудиторные занятия проводятся в форме лекций, практических занятий и лабораторных работ. В ходе практических работ студенты выполняют задания совместно с преподавателем, при этом у них формируются необходимые умения. Для формирования навыков разработки управляющих программ студенты выполняют лабораторные работы по индивидуальному заданию.

Для повышения уровня подготовки студентов в течение семестра организуются консультации (как очные, так и (при необходимости) онлайн на платформе ZOOM), во время которых проводится разъяснение сложных для понимания вопросов теоретического курса и практических задач, принимаются задолженности по контрольным работам и контролируется ход выполнения самостоятельных работ.

7 Фонд оценочных средств

Средства текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине в полном объеме представлены в ФОС.

Итоговая оценка дисциплины складывается из баллов, полученных в течение семестра, и баллов, полученных в ходе промежуточной аттестации. Распределение баллов рейтинга по видам деятельности выполняется следующим образом:

- 50 баллов суммарно за выполнение лабораторных работ (с отчетами) и домашних контрольных работ,
- 50 баллов за и выполнение экзаменационной работы, включающей практические и теоретические задания.

Полученные баллы переводятся в 5-балльную систему согласно шкале оценивания.

Студенты, имеющие рейтинг ниже минимального балла, на промежуточную аттестацию не допускаются.

Типы заданий, их содержание и оценка представлены ниже.

Тип задания	Содержание задания	Максимальный балл
Домашняя контрольная работа (формат – эссе)	Дать ответы на вопросы билетов домашних контрольных работ, охватывающих все темы изучаемой дисциплины.	<i>Вес работы 14 баллов (1 балл за каждый правильный ответ)</i> Работа засчитывается при наборе не менее 60% от максимального количества баллов
Лабораторные работы	см.п.5.2.1	<i>36 баллов</i>
Экзаменационная работа	Задание 1 (практика). Разработать управляющую программу токарной обработки детали типа «втулка» в Shopturn.	<i>15 баллов</i>
	Задание 2 (практика). Разработать управляющую программу токарной обработки детали типа «втулка» в Shopturn	<i>15 баллов</i>
	Задание 3 (практика). Проанализировать тексты программы и подпрограммы обработки шахматной фигуры, выявить ошибки, внести исправления.	<i>10 баллов (2 балла за каждую найденную и исправленную ошибку)</i>
	Задание 5 (теоретическая часть). Возможны два варианта формата проведения: 1. Устно по экзаменационным билетам* (в билете два вопроса, плюс дополнительные вопросы по всему материалу курса), 2. Письменно в тестовом формате (в билете 10 вопросов с разными типами заданий: с выбором одного/нескольких правильных ответов из предложенных вариантов, с открытым ответом, на установление соответствия, на установление последовательности)	<i>10 баллов</i>

*Экзаменационные вопросы приведены ниже.

Темы	Вопросы
Особенности технологического процесса обработки на станках с ЧПУ; выбор режущего инструмента и средств технологического оснащения; системы координат станка с ЧПУ	1. В каких условиях применение станков с ЧПУ наиболее эффективно? 2. Какие требования к технологичности должны быть учтены в конструкции деталей, рекомендуемых к обработке на станках с ЧПУ? 3. В чём сущность принципа концентрации обработки, какие преимущества он обеспечивает? 4. Чем технологический процесс обработки на станке с ЧПУ отличается от традиционного? 5. Почему неизменность режимов резания не является характеристикой инструментального перехода обработки на станке с ЧПУ? 6. На какие факторы следует обратить внимание при выборе станка с ЧПУ для обработки? 7. На какие факторы следует обратить внимание при выборе режущего инструмента для обработки на станке с ЧПУ? 8. Что можно предпринять, если количество инструмента в наладке превышает ёмкость инструментального магазина выбранного станка?

Темы	Вопросы
	9. Какие требования предъявляются к вспомогательному инструменту, применяемому на станках с ЧПУ, какие типы инструментальных оправок используются? 10. Какие приспособления применяются на станках с ЧПУ, в чём их особенность? 11. В чём заключается эффект высокоскоростной обработки, за счёт чего он достигается? 12. С какими системами координат связана работа станка с ЧПУ? Дать их определения. Пояснить связь систем координат на примере. 13. С какой целью выполняется размерная привязка?
Конструктивные особенности станков с ЧПУ	14. В чём заключается преимущество современных станков с ЧПУ по отношению к универсальным станкам? 15. В чём заключается модульный принцип построения станков с ЧПУ? 16. Какие требования предъявляются к устройствам автоматической смены инструмента на станках с ЧПУ, какие виды инструментальных магазинов применяются? 17. Какие требования предъявляются к приводам подач, приводу главного движения, шпиндельному узлу? 18. Какие требования предъявляются к станинам и направляющим?
Методы обработки и типовые траектории	19. Какими методами можно обработать фаски на станках с ЧПУ? 20. Для чего при обработке отверстий на станках с ЧПУ вводится переход «центрирование»? 21. В каком случае возможно применение кругового/винтового фрезерования и в чём преимущества этого метода перед растачиванием? 22. В чём плюсы и минусы метода резьбофрезерования? Сравнить с методом нарезания резьбы метчиком. 23. Какие правила следует соблюдать при разработке траектории обработки на станке с ЧПУ? 24. В каком случае при обработке контура используется встречное фрезерование, в каком – попутное? 25. Почему при высокоскоростной обработке радиус фрезы должен приниматься меньше, чем внутренний радиус скругления контура? 26. Какие траектории применяются при обработке карманов и пазов? 27. В чём заключается особенность формирования траектории высокоскоростной обработки? 28. Как реализуется цикл глубокого сверления? Его основные параметры.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

8.1. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины

1 Серебrenицкий П.П., Схиртладзе А.Г. Программирование для автоматизированного оборудования: Учеб. для сред. проф. учеб. заведений/ Под ред. Ю.М. Соломенцева. – М.: Высш. шк., 2003. – 592 с; ил.

2 Сурина Е.С. Разработка управляющих программ для системы ЧПУ: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2018. – 268 с.; ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература)

3 Мещерякова В.Б., Стародубов В.С. Металлорежущие станки с ЧПУ: Учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2015. – 336 с. (Высшее образование: Бакалавриат)

8.2 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

1 Сурина Е.С. Особенности технологической подготовки производства при обработке на станках с ЧПУ: Учебное пособие. – Новоуральск, НТИ НИЯУ МИФИ, 2017. – 46 с. – (Электронный вариант с презентацией).

2 Сурина Е.С. Основы разработки управляющих программ в Sinutrain for Sinumerik Operate. – Новоуральск, НТИ НИЯУ МИФИ, - 47 с. (Электронная презентация)

3 Сурина Е.С. Принципы и способы кодирования управляющей информации. Разработка управляющих программ в системе ЧПУ Sinumerik 840D. Системы числового программного управления. Учебно-методическое пособие для проведения лекций и практических занятий для студентов по направлению подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», профиль подготовки – Технология машиностроения. – Новоуральск, НТИ НИЯУ МИФИ, 2023. – 113 с.

8.3. Ресурсы информационно-коммуникационной сети интернет, необходимые для освоения дисциплины

1. Высокоинтегрированные технологии в металлообработке [Электронный ресурс]/ Бунаков П.Ю., Широких Э.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: ДМК Пресс, 2011.— 150 с. Электронный документ, точка доступа ЭБС «IPRbooks».

2. Мещерякова В.Б., Стародубов В.С. Металлорежущие станки с ЧПУ: Учебное пособие. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2023. – 336 с. (Среднее профессиональное образование) Текст: электронный // Znanium: электронно-библиотечная система.

3. Сурина Е.С. Разработка управляющих программ для системы ЧПУ: учебное пособие / Е.С. Сурина. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 268 с. – ISBN 978-5-8114-4696-4.

4. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/207008>

4. Кольцов А.Г. Управление станками и станочными комплексами. Конспект лекций. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2007. – 56 с. – Текст электронный // https://www.studmed.ru/kolcov-ag-upravlenie-stankami-i-stanochnymi-kompleksami_b5fc372b4b0.html

5. Ловыгин А.А., Теверовский Л.В. Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM-система. – М.: ДМК Пресс, 2015. – 280 с.: ил – ISBN 978-5-97060-123-5 – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/207008>

6. Учебно-методические курсы Ворлдскиллс Россия. Токарные работы на станках с ЧПУ. // Текст электронный. <https://nationalteam.worldskills.ru/skills/frezernye-raboty-na-stankakh-s-chpu/>

7. Учебно-методические курсы Ворлдскиллс Россия. Фрезерные работы на станках с ЧПУ. // Текст электронный. <https://nationalteam.worldskills.ru/skills/tokarnye-raboty-na-stankakh-s-chpu/>

8. <https://vk.com/sinumerik> (открытая группа «CNC SINUMERIK - системы ЧПУ»)

9. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Вид занятия	Материально-техническое обеспечение
Лекции	Комплект электронных презентаций; Презентационная техника (экран, проектор, ноутбук)
Практические занятия, лабораторные работы	Презентационная техника (экран, проектор, ноутбук); Симулятор программной обработки Sinutrain – свободно распространяемое ПО, полный аналог системы ЧПУ Sinumerik Operate 4.7 Вертикальный обрабатывающий центр с системой ЧПУ Siemens 828D