

КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

ОДОБРЕНО
Ученым советом ТИ НИЯУ МИФИ
Протокол № 2 от 03.07.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Программирование станков с ЧПУ

(наименование дисциплины (модуля))

Направление	15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
подготовки	машиностроительных производств
Профиль подготовки	Современные технологические процессы изготовления изделий в машиностроении
Квалификация (степень) выпускника	бакалавр
Форма обучения	очно-заочная

Семестр	9	10	Итого
Трудоемкость, кред.	3	3	6
Общий объем курса, час.	108	108	216
Лекции, час.	8	8	16
Лабораторные работы, час.	24	24	48
Практические занятия, час.	-	-	-
В форме практической подготовки, час.	24	24	48
КСР, час.	-	-	-
СРС, час.	76	49	125
Форма контроля – в 9 семестре зачет, в 10 семестре экзамен		27	27

г. Лесной – 2025 г.

АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Программирование станков с ЧПУ» – учебный курс, в котором изучают способы программирования станков с ЧПУ с использованием современных технологий и специальных правил. Рассматриваются алгоритмы создания управляющей программы (УП) для металлорежущих станков ЧПУ. Модернизация существующей УП – повышение производительности станков с ЧПУ. Освоение дисциплины предполагает изучение онлайн-курса «Программирование фрезерной обработки с применением SprutCAM», размещенного на Национальной платформе «Открытое образование».

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является:

- формирование у студентов знаний и методов программирования станков с ЧПУ для обеспечения точности получения поверхностей, определяющих качество продукции в машиностроении, включающей совокупность средств, приёмов, способов и методов человеческой деятельности, направленной на формирование интеллектуальных и специальных умений.
- создание конкурентоспособной продукции машиностроения на предприятиях атомной промышленности с учетом запроса ключевого работодателя – предприятия ЯОК Госкорпорации «Росатом» ФГУП «Комбинат «Электрохимприбор».

Задачи дисциплины:

- получение основных сведений о современных системах ЧПУ, способах программирования токарных и фрезерных станков с ЧПУ;
- получение навыков создания управляющей программы для обеспечения требуемого качества изделий, наилучшей траектории движения режущего инструмента при обработке на станке ЧПУ;
- улучшение экономических показателей использования станков ЧПУ за счет минимизации времени обработки, оптимальном износе (расходе) режущего инструмента, минимизации времени программирования станка для определенных задач.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Программирование станков с ЧПУ» изучается студентами пятого курса, входит в теоретический блок профессионального модуля раздела Б.1, части формируемой участниками образовательных отношений учебного плана по направлению подготовки «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» профиля подготовки «Современные технологические процессы изготовления изделий в машиностроении».

Дисциплина основывается на знании следующих дисциплин: «Системы трехмерного моделирования технологических объектов»; «Метрология, стандартизация, сертификация и нормирование точности»; «Материаловедение»; «Процессы и операции формообразования»; «Технологические процессы в машиностроении»; «Технологическая оснастка»; «Режущий инструмент»; «Технология машиностроения».

Приобретаемые студентами знания и навыки во время освоения дисциплины необходимы при выполнении курсового проектирования, квалификационной работы, а также в практической работе выпускников.

Входные компетенции учебной дисциплины:

Код	Компетенция
ОПК-5	Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда
ОПК-10	Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ И ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА.

Процесс освоения дисциплины «Программирование станков с ЧПУ» направлен на формирование следующих компетенций: УК-2; ОПК-1; ОПК-6; ОПК-10; ПК-1; ПК-4; ПК-3.1; УКЦ-2

Код компетенции	Компетенция
УК-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
ОПК-1	Способен применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении
ОПК-6	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
ОПК-10	Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения
ПК-1	Способен участвовать в разработке технологических процессов изготовления типовых деталей машин
ПК-4	Способен участвовать в организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств, средств их технологического оснащения и автоматизации, выборе технологий
ПК-3.1	Способен выполнять работы по оптимизации технологических процессов, освоению и внедрению современных средств и систем технологического оснащения, средств автоматизации, управления, контроля, систем диагностики в ходе подготовки производства новой продукции, участвовать в оценке их инновационного потенциала
УКЦ-2	Способен искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач

Индикаторами достижения компетенций являются:

Код компетенции	Код индикатора	Индикатор
УК-2	З-УК-2	Знать: виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач; основные методы оценки разных способов решения задач; действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие профессиональную деятельность
	У-УК-2	Уметь: проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения; анализировать альтернативные варианты решений для достижения намеченных результатов; использовать нормативно-правовую документацию в сфере профессиональной деятельности
	В-УК-2	Владеть: методиками разработки цели и задач проекта; методами оценки потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта, навыками работы с нормативно-правовой документацией
ОПК-1	З-ОПК-1	Знать: современные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении с точки зрения применения малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий
	У-ОПК-1	Уметь: провести сравнительный анализ и выбрать современные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении, обеспечивающие безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий
	В-ОПК-1	Владеть: методами поиска, сбора, анализа информации о современных методах рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении с точки зрения применения малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф, и применения их в профессиональной деятельности
ОПК-6	З-ОПК-6	Знать принципы работы современных информационных технологий и способы их использования для решения задач профессиональной деятельности
	У-ОПК-6	Уметь выбирать современные информационные технологии и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
	В-ОПК-6	Владеть навыками работы с современными информационными технологиями и способами их использования для решения задач профессиональной деятельности
ОПК-10	З-ОПК-10	Знать: принципы и основы разработки алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения
	У-ОПК-10	Уметь: разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения
	В-ОПК-10	Владеть: навыками разработки алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения
ПК-1	З-ПК-1	Знать: основные принципы проектирования технологических процессов изготовления типовых деталей машин; способы

Код компетенции	Код индикатора	Индикатор
		совершенствования технологий на основе эффективного использования материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации
	У-ПК-1	Уметь: разрабатывать технологические схемы распространенных Технологических операций; выбрать метод получения заготовок деталей машин; производить качественную и количественную оценку технологичности конструкции изделий машиностроения; применять технологическое оборудование, средства технологического оснащения и технологического сопровождения для изготовления деталей заданной формы и качества, средства диагностики и автоматизации
	В-ПК-1	Владеть: навыками выбора современных конструкционных материалов; оптимальных способов получения из них заготовок; эффективного использования материалов, машиностроительного оборудования, средств технологического оснащения и технологического сопровождения, автоматизации и диагностики; навыками выбора оптимальных технологий
ПК-4	З-ПК-4	Знать: принципы организации производственных процессов по разработке и изготовлению изделий машиностроительных производств, средств их технологического оснащения и автоматизации; структуру основных, вспомогательных цехов и служб предприятия; современные методы организации и управления машиностроительными производствами
	У-ПК-4	Уметь: анализировать состояние производственных процессов и находить организационно-управленческие решения в профессиональной деятельности, направленные на разработку и изготовление изделий машиностроительных производств, средств их технологического оснащения и автоматизации
	В-ПК-4	Владеть: навыками выполнения расчетов и обоснований при выборе форм и методов организации производства; выполнения плановых расчетов; организации управления; методикой расчета и анализа продолжительности производственных циклов простых и сложных производственных процессов; методом сетевого планирования
ПК-3.1	З-ПК-3.1	Знать: типовые технологические процессы и технологические процессы-аналоги для изготовления деталей машиностроения; принципы расчетов применительно к условиям конкретного типа производства; принципы и критерии выбора современных методов производственно-технологического обеспечения машиностроительных производств; способы корректировки технологических процессов, средств и систем технологического оснащения, автоматизации, управления, контроля, диагностики в ходе подготовки производства новой продукции; методы организации гибких производственных систем
	У-ПК-3.1	Уметь: выполнять расчеты применительно к условиям конкретного типа производства; провести сравнительный анализ типовых технологических процессов и технологических процессов-аналогов для изготовления деталей машиностроения с точки зрения оценки их инновационного потенциала; выбрать современные методы производственно-технологического обеспечения машиностроительных производств; производить корректировку

Код компетенции	Код индикатора	Индикатор
		технологических процессов, средств и систем технологического оснащения, автоматизации, управления, контроля, диагностики в ходе подготовки производства новой продукции
	В-ПК-3.1	Владеть: навыками проведения расчетов применительно к условиям конкретного типа производства; навыками анализа различных технологических процессов с точки зрения оценки их инновационного потенциала; навыками корректировки технологических процессов, средств и систем технологического оснащения, автоматизации, управления, контроля, диагностики в ходе подготовки производства новой продукции
УКЦ-2	3-УКЦ-2	Знать: методики сбора и обработки информации с использованием цифровых средств, а также актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности, принципы, методы и средства решения стандартных задач профессиональной деятельности использованием цифровых средств и с учетом основных требований информационной безопасности
	У-УКЦ-2	Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; с использованием цифровых средств, осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников, и решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием цифровых средств и с учетом основных требований информационной безопасности
	В-УКЦ-2	Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации с использованием цифровых средств для решения поставленных задач, навыками подготовки обзоров, аннотаций, составления рефератов, научных докладов, публикаций и библиографии по научно-исследовательской работе с использованием цифровых средств и с учетом требований информационной безопасности

4. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Код	Направление/ цели	Создание условий, обеспечивающих:	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин
B17	Профессиональное воспитание	Формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности

Код	Направление/ цели	Создание условий, обеспечивающих:	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин
			ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.
B18		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.
B30		формирование <u>творческого</u> инженерного мышления и стремления к постоянному самосовершенствованию	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля, производственной практики для формирования приверженности к профессиональным ценностям, этике и культуре инженера-разработчика в сфере машиностроительного производства, повышения интереса к инженерно-проектной деятельности через изучение вопросов применения цифровых технологий в проектировании, ознакомление с технологиями и организацией машиностроительных производств посредством погружения студентов в работу конкретных подразделений промышленного предприятия

Организация интерактивных мероприятий и реализация специализированных заданий с воспитательным и социальным акцентом:

- моделирование процессов обработки заготовок на предприятии (анализ ситуаций);
- поиск и оценка возможностей повышения качества изготавливаемых деталей (анализ ситуаций).

Перечисленные мероприятия направлены на:

- приобретение навыков поиска нестандартных решений при выявлении технологических осложнений, выявление у студентов учебно-исследовательских качеств;
- расстановка приоритетов в решении нестандартных проблем, формирование у студентов трудовой мотивации, развитие коммуникативности;
- развития навыков командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности.

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Семестр	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость, в ак. часах				Обязат. текущий контроль успеваемости (форма, неделя)	Аттестация раздела (форма, неделя)	Максимальный балл за раздел
				Лекции	Практические занятия	Самостоя тельная работа	Лаборатор ная работа			
1	Основы программирования станков с ЧПУ. Программирование ЧПУ без использования систем автоматизации (ручной метод).	9	1-2	4	0	46	4	ЛР-1	КИ1 (Т)	30
2	Программирование с пульта токарного станка ЧПУ на примере стойки Heidenhain.	9	3-5	2	0	15	10	ЛР-2 ЛР-3	КИ2 (ЛР-2 ЛР-3)	
3	Программирование с пульта фрезерного станка ЧПУ на примере стойки Heidenhain.	9	6-8	2	0	15	10	ЛР-4 ЛР-5	КИ3 (ЛР-4 ЛР-5)	30
	Зачет									40
	ИТОГО (за 9 семестр):			8	0	76	24			100
4	Программирование станков с использованием САМ- систем на примере САПР SprutCAM, токарная обработка	10	1-4	4	0	20	8	ЛР-6 ЛР-7	КИ4 (ЛР-6 ЛР-7)	30
5	Программирование станков с использованием САМ- систем на примере САПР SprutCAM, фрезерная обработка	10	5-8	4	0	29	16	ЛР-8 ЛР-9	КИ5 (ЛР-8 ЛР-9)	30
	Экзамен	27								40
	ИТОГО (за 10 семестр):			8	0	49	24			100
	ИТОГО (полный курс обучения):			16	0	125	48			
				216						

НАИМЕНОВАНИЕ ТЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ

РАЗДЕЛ 1

1. Общие представления о числовом программном управлении станками и способах программирования

Тема 1. Введение

Общие представления о числовом программном управлении станками и способах программирования станков с ЧПУ. Основные понятия и определения.

Тема 2. Обзор станков с ЧПУ

Обзор токарно-винторезных, токарно-фрезерных, фрезерных, сверлильно-фрезерно-расточных станков, аддитивные системы с ЧПУ. Функциональные возможности современных станков с ЧПУ.

2. Классификация систем ЧПУ и основные блоки станка с ЧПУ

Тема 1. Классификация систем ЧПУ

Классификация систем ЧПУ, исходя из технологических задач управления обработкой, – позиционные, контурные и комбинированные. Классификация систем ЧПУ, исходя из наличия обратной связи – разомкнутые, замкнутые. Три подгруппы замкнутых систем: 1) с обратной связью по положению рабочих органов станка; 2) с обратной связью по положению рабочих органов станка и с компенсацией погрешностей станка; 3) адаптивные. Классы систем ЧПУ.

Тема 2. Основные блоки управления станка с ЧПУ

Блок ввода и считывания информации. Блок памяти. Блок интерполяции. Блок управления приводами подач. Блок скоростей подач. Блок управления и индикации. Блок коррекции программы. Блок постоянных циклов. Блок технологических команд. Привод подач. Датчики обратной связи. Особенности конструкции и эксплуатации станков с ЧПУ.

3. Структура машины пользователя для станка с ЧПУ

Тема 1. Применение персонального компьютера

Управляемая производственная система – многоуровневая иерархическая система. Многомерное фазовое пространство системы ЧПУ: рабочий процесс; механические узлы; электромеханические приводы; задачи ЧПУ; система координации задач – система ЧПУ. Машина пользователя как виртуальная машина с персональным компьютером. Три рабочие моды (способы существования) управления процессом: управляющая мода; мода наблюдения; инструментальная мода.

Тема 2. Управляющие автоматы в структуре ЧПУ

Задачи ЧПУ: геометрическая; логическая; технологическая диагностическая; задача системы ЧПУ; терминальная. Назначение задач. Гибкие производственные системы (ГПС).

4. Программирование систем ЧПУ

Тема 1. Алгоритм программирования систем ЧПУ.

Язык программирования ГОСТ 20999-83. Символы, используемые для написания программы систем ЧПУ. Главные и вспомогательные функции станка. Управление движением рабочего органа станка.

Тема 2. Нулевые точки станка, инструмента, начала управляющей программы.

Системы координат станков ЧПУ. G и M коды для создания управляющей программы, сводная таблица кодов. Модальные и немодальные коды. Смещение нулевых точек станка, инструмента, начала УП.

Тема 3. Интерполяция.

Плоскости интерполяции. Функция G00 – Позиционирование. Функция G01 – Линейная интерполяция. Функции G02 и G03 – Круговая интерполяция по часовой стрелке и против часовой стрелки. Функции G12 и G13 – Винтовая интерполяция по часовой стрелке и против часовой стрелки. Функция G28 – Выход в позицию смены инструмента. Функция G29 – Нулевые точки станка. Функция G33 – Нарезание резьбы.

РАЗДЕЛ 2

Тема 1. Виды стоек (пультов) станков с ЧПУ.

Современные стойки станков, используемые на машиностроительных предприятиях. Использование ПК для управления и мониторинга систем ЧПУ.

Тема 2. Программирование токарного станка с использованием симулятора Heidenhain CP620.

Использование коррекции радиуса инструмента, при создании УП. Смещение нулевых точек. Виды используемых подач и скоростей главного движения. Точка начала управляющей программы.

РАЗДЕЛ 3

Тема 1. Особенности программирования фрезерных станков с ЧПУ.

Сравнение координатной системы фрезерного станка с токарным станком. Таблица для создания инструмента, автоматическая корректировка размеров по износу. Изучение кнопок клавиатуры на пульте (рассмотрение функций станка).

Тема 2. Программирование фрезерного станка с использованием симулятора Heidenhain TNC620 и фрезерного пульта.

Необходимость использования щупа для нахождения начальной точки управляющей программы. Программирование контурное, сторона и направление движения фрезы. Программирование элементами.

РАЗДЕЛ 4

Тема 1. Программирование с помощью САМ-систем.

Основные САМ-системы, используемые на машиностроительных предприятиях. Особенности. Возможности, сравнение с другими способами программирования.

Тема 2. Постпроцессоры.

Понятие постпроцессора, применение. Разница в генерации G-кодов при использовании различных постпроцессоров. Ошибки, возникающие при использовании неподходящих постпроцессоров.

РАЗДЕЛ 5

Тема 1. Программирование с помощью САМ-систем. Фрезерная обработка.

Сравнение программирования в САМ-системах и программирования с пульта станка. Сравнение различных САМ-систем для решения различных задач фрезерной обработки.

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ:

1. Ручной способ программирования систем ЧПУ. Изучение управляющей программы для станков, алгоритм составления программы, принципы работы G и M кодов в программе для станка.
2. Изучение системы ЧПУ Heidenhain CNC PILOT 620 для токарно-фрезерного станка DMG CTX-310 Ecoline. Принцип программирования. Особенности прорисовки контура готовой детали.
3. Изучение обработки заготовки в системе ЧПУ Heidenhain CNC PILOT 620 для токарно-фрезерного станка DMG CTX-310 Ecoline. Создание режущего инструмента, назначение обработки. Работа с симуляцией обработки, просмотр 3D-модели на любом этапе обработки. Время на обработку.
4. Изучение системы ЧПУ Heidenhain TNC 620 для фрезерного обрабатывающего центра DMU-50 Ecoline. Изучение пульта станка. Принцип программирования. Особенности прорисовки контура готовой детали.
5. Изучение системы ЧПУ Heidenhain TNC 620 для фрезерного обрабатывающего центра DMU-50 Ecoline. Программирование элементами. Создание инструмента и назначение обработки.
6. Токарная обработка в САПРе SprutCAM. Стратегии обработки. Способы увеличения производительности станка. Индикация нагрузки станка и качества обработанных поверхностей.
7. Фрезерная обработка по 3D-модели в САПРе SprutCAM. Стратегии обработки. Способы увеличения производительности станка. Фасонный инструмент.

АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ И БЮДЖЕТ ВРЕМЕНИ НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ ПОДГОТОВКУ СТУДЕНТА

Семестр	Учеб. неделя	Наименование раздела, краткое наименование темы	Аудиторные занятия (час.)			Практическая подготовка	Самостоятельная работа
			Лекции	Практич. занятия	Лабораторные занятия		
9	1	Общие представления о числовом программном управлении станками и способах программирования: Общие представления о числовом программном управлении станками и способах	0,5		0	0	6

Семес р	Учеб недел	Наименование раздела, краткое наименование темы	Аудиторные занятия (час.)			Практич еская подготов	Самосто ятельная работа
		программирования станков с ЧПУ. Основные понятия и определения.					
9	1	Общие представления о числовом программном управлении станками и способах программирования: Обзор токарно-винторезных, токарно-фрезерных, фрезерных, сверлильно-фрезерно-расточных станков, аддитивные системы с ЧПУ. Функциональные возможности современных станков с ЧПУ.	1	0	2	2	5
9	2	Классификация систем ЧПУ и основные блоки станка с ЧПУ: Классификация систем ЧПУ, исходя из технологических задач управления обработкой, –позиционные, контурные и комбинированные.	0,25	0	2	2	5
9	3	Классификация систем ЧПУ и основные блоки станка с ЧПУ: Основные блоки управления станка ЧПУ	0,25	0	2	2	5
9	4	Структура машины пользователя для станка с ЧПУ: Управляемая производственная система. Многомерное фазовое пространство системы ЧПУ, система координации задач. Машина пользователя как виртуальная машина с персональным компьютером. Три рабочие моды (способы существования) управления процессом.	0,5	0	2	2	5
9	5	Структура машины пользователя для станка с ЧПУ: Задачи ЧПУ. Задача системы ЧПУ. Назначение задач. Гибкие производственные системы (ГПС).	0,5	0	2	2	5
9	6	Программирование систем ЧПУ: Язык программирования. Символы, используемые для написания программы систем ЧПУ. Главные и вспомогательные функции станка. Управление движением рабочего органа станка.	0,5	0	2	2	5
9	7	Программирование систем ЧПУ: Системы координат станков ЧПУ. G и M коды для создания управляющей программы. Модальные и немодальные коды. Смещение нулевых точек станка, инструмента, начала УП.	0,5	0	2	2	5

Семес р	Учеб недел	Наименование раздела, краткое наименование темы	Аудиторные занятия (час.)			Практич еская подготов	Самосто ятельная работа
9	8	Программирование систем ЧПУ: Плоскости интерполяции. Позиционирование. Линейная интерполяция. Круговая интерполяция по часовой стрелке и против часовой стрелки. Винтовая интерполяция по часовой стрелке и против часовой стрелки. Выход в позицию смены инструмента. Нарезание резьбы.	0,5	0	2	2	5
9	9	Виды стоек (пультов) станков с ЧПУ: Современные стойки станков, используемые на машиностроительных предприятиях.	1	0	2	2	10
9	10	Программирование токарного станка с использованием симулятора Heidenhain CP620: Использование коррекции радиуса инструмента, при создании УП. Смещение нулевых точек. Виды используемых подач и скоростей главного движения. Точка начала управляющей программы.	1	0	2	2	5
9	11	Особенности программирования фрезерных станков с ЧПУ: Сравнение координатной системы фрезерного станка с токарным станком. Таблица для создания инструмента, автоматическая корректировка размеров по износу. Изучение кнопок клавиатуры на пульте (рассмотрение функций станка).	1	0	2	2	5
9	12	Программирование фрезерного станка с использованием симулятора Heidenhain TNC620 и фрезерного пульта. Необходимость использования щупа для нахождения начальной точки управляющей программы. Программирование контурное, сторона и направление движения фрезы. Программирование элементами.	1	0	2	2	5
		ИТОГО:	8	0	24	24	76
10	1-2	Программирование с помощью САМ-систем. Основные САМ-системы, используемые на машиностроительных предприятиях. Особенности. Возможности, сравнение с другими способами программирования.	2	0	8	8	10

Семес р	Учеб недел	Наименование раздела, краткое наименование темы	Аудиторные занятия (час.)			Практич еская подготов	Самосто ятельная работа
10	3-4	Постпроцессоры. Понятие постпроцессора, применение. Разница в генерации G-кодов при использовании различных постпроцессоров. Ошибки, возникающие при использовании неподходящих постпроцессоров.	2	0	8	8	10
10	5-6	Программирование с помощью САМ-систем. Фрезерная обработка. Сравнение программирования в САМ-системах и программирования с пульта станка. Сравнение различных САМ-систем для решения различных задач фрезерной обработки.	4	0	8	8	29
		ИТОГО:	8	0	24	24	49

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При проведении занятий и организации самостоятельной работы студентов используются: **традиционные технологии** обучения в виде информационных лекций с целью ориентирования студентов и систематизации знаний; **активные** виды образовательных технологий (режим взаимодействия преподавателя и студента); **интерактивные технологии обучения**, предполагающие работу студентов в малых группах (подгруппах) при выполнении лабораторных работ.

Учебно-методический комплекс дисциплины предусматривает возможность освоения раздела «ЧПУ в металлорежущих станках» с помощью онлайн-курса «Программирование фрезерной обработки с применением SprutCAM», размещенного на Национальной платформе «Открытое образование».

ИНТЕРАКТИВНЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ НА АУДИТОРНЫХ ЗАНЯТИЯХ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (тема)	Вид занятий (лекция, семинар, практическое занятие, лабораторная работа)	Интерактивные формы обучения	Кол-во часов
1.	Ручной способ программирования систем ЧПУ. Изучение управляющей программы для станков, алгоритм составления программы, принципы работы G и M кодов в программе для станка.	Лабораторная работа	Работа в малых группах. Моделирование производственных процессов и ситуаций. Обучение на	4
2.	Изучение системы ЧПУ Heidenhain CNC	Лабораторная		5

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (тема)	Вид занятий (лекция, семинар, практическое занятие, лабораторная работа)	Интерактивные формы обучения	Кол-во часов
	PILOT 620 для токарно-фрезерного станка DMG CTX-310 Ecoline. Принцип программирования. Особенности прорисовки контура готовой детали.	работа	основе опыта (кейс-анализ, case-study)	
3.	Изучение обработки заготовки в системе ЧПУ Heidenhain CNC PILOT 620 для токарно-фрезерного станка DMG CTX-310 Ecoline. Создание режущего инструмента, назначение обработки. Работа с симуляцией обработки, просмотр 3D-модели на любом этапе обработки. Время на обработку.	Лабораторная работа		5
4.	Изучение системы ЧПУ Heidenhain TNC 620 для фрезерного обрабатывающего центра DMU-50 Ecoline. Изучение пульта станка. Принцип программирования. Особенности прорисовки контура готовой детали.	Лабораторная работа		5
5.	Изучение системы ЧПУ Heidenhain TNC 620 для фрезерного обрабатывающего центра DMU-50 Ecoline. Программирование элементами. Создание инструмента и назначение обработки.	Лабораторная работа		5
6.	Токарная обработка в САПРе SprutCAM. Стратегии обработки. Способы увеличения производительности станка. Индикация нагрузки станка и качества обработанных поверхностей.	Лабораторная работа		8
7.	Фрезерная обработка по 3D-модели в САПРе SprutCAM. Стратегии обработки. Способы увеличения производительности станка. Фасонный инструмент.	Лабораторная работа		16
	ИТОГО:			48

Использование интерактивных образовательных технологий позволяют формировать знания, умения и навыки путем вовлечения студентов в активную учебно-познавательную деятельность. Обучение с использованием данных методов приносит студентам лучшие результаты: обеспечивает вовлеченность обучающихся (участие в процессе обучения активное, а

не пассивное); основано на опыте; отвечает первоочередным потребностям и опирается на личные побудительные мотивы: осуществляет обратную связь; демонстрирует уважение к обучающимся; создает дружелюбную атмосферу в коллективе.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО, ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

В качестве промежуточной оценки успеваемости студентов в семестре используются лабораторные работы, тесты, индикаторы и критерии оценки которых содержатся в паспорте фонда оценочных средств дисциплины «Программирование станков с ЧПУ».

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Код	Проектируемые результаты освоения дисциплины и индикаторы формирования компетенций			Средства и технологии оценки
	Знать (З)	Уметь (У)	Владеть (В)	
УК-2	З-УК-2	У-УК-2	В-УК-2	ЛР-1, ЛР-2, ЛР-3, ЛР-4, ЛР-5, ЛР-6, ЛР-7, КИ-1, КИ-2, КИ-3, КИ-4, КИ-5
ОПК-1	З-ОПК-1	У-ОПК-1	В-ОПК-1	ЛР-2, ЛР-3, ЛР-4, ЛР-5, ЛР-6, ЛР-7, КИ-2, КИ-3, КИ-4, КИ-5
ОПК-6	З-ОПК-6	У-ОПК-6	В-ОПК-6	ЛР-1, ЛР-2, ЛР-3, ЛР-4, ЛР-5, ЛР-6, ЛР-7, КИ-1, КИ-2, КИ-3, КИ-4, КИ-5
ОПК-10	З-ОПК-10	У-ОПК-10	В-ОПК-10	ЛР-1, ЛР-2, ЛР-3, ЛР-4, ЛР-5, ЛР-6, ЛР-7, КИ-1, КИ-2, КИ-3, КИ-4, КИ-5
ПК-1	З-ПК-1	У-ПК-1	В-ПК-1	ЛР-1, ЛР-2, ЛР-3, ЛР-4, ЛР-5, ЛР-6, ЛР-7, КИ-1, КИ-2, КИ-3, КИ-4, КИ-5
ПК-4	З-ПК-4	У-ПК-4	В-ПК-4	ЛР-1, ЛР-2, ЛР-3, ЛР-4, ЛР-5, ЛР-6, ЛР-7, КИ-1, КИ-2, КИ-3, КИ-4, КИ-5
ПК-3.1	З-ПК-3.1	У-ПК-3.1	В-ПК-3.1	ЛР-2, ЛР-3,

				ЛР-4, ЛР-5, ЛР-6, ЛР-7, КИ-2, КИ-3, КИ-4, КИ-5
УКЦ-2	3-УКЦ-2	У-УКЦ-2	В-УКЦ-2	ЛР-1, ЛР-2, ЛР-3, ЛР-4, ЛР-5, ЛР-6, ЛР-7, КИ-1, КИ-2, КИ-3, КИ-4, КИ-5

Критерии оценивания разработаны с учётом методик AtomSkills по направлению Государственной Корпорации «Росатом» и соответствуют спецификации стандартов WorldSkills (WSSS). Каждому разделу дисциплины назначен процент относительной важности – так же, как и в рамках WSSS. Сумма всех процентов относительной важности составляет 100.

Шкала оценки за текущую аттестацию:

Раздел	Форма текущего контроля	Максимальный балл	Максимальный балл за раздел
СЕМЕСТР 9			
1. Основы программирования станков с ЧПУ. Программирование ЧПУ без использования систем автоматизации (ручной метод).	Т	10	30
2. Программирование с пульта станка ЧПУ на примере стойки Heidenhain.	ЛР-2 ЛР-3	10 10	
3. Программирование с пульта фрезерного станка ЧПУ на примере стойки Heidenhain.	ЛР-4 ЛР-5	15 15	30
ИТОГО:		60	60
СЕМЕСТР 10			
Раздел	Форма текущего контроля	Максимальный балл	Максимальный балл за раздел
1. Программирование станков с использованием САМ-систем на примере САПР FeatureCAM, токарная обработка	ЛР-6 ЛР-7	15 15	30
2. Программирование станков с использованием САМ-систем на примере САПР FeatureCAM, фрезерная обработка	ЛР-8 ЛР-9	15 15	30
ИТОГО:		60	60

Шкала оценки за промежуточную аттестацию (экзамен)

Критерий оценивания	Шкала оценивания
Теоретическое содержание курса освоено полностью, сформированы необходимые практические навыки, практическое задание выполнено	40-36

Критерий оценивания	Шкала оценивания
максимально качественно.	
Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки сформированы недостаточно, в практическом задании имеются незначительные ошибки.	35-30
Теоретическое содержание курса раскрыто с затруднениями, требовалась помощь преподавателями в форме наводящих вопросов, напоминания алгоритмов решения задачи, в практическом задании имеются ошибки.	29-24
Теоретическое содержание курса раскрыто с большими затруднениями, требовалась помощь преподавателями в форме наводящих вопросов, в практическом задании имеются критические ошибки, не позволяющие полностью завершить задание.	23-0

Критерии оценки за промежуточную аттестацию (зачет)

Зачет проходит в форме теста. Тест изменяется каждый учебный год с целью недопуска плагиата. В тесте содержится 40 вопросов, охватывающие весь пройденный материал за семестр. Прохождение теста ограничивается по времени.

Оценивается тест для зачета очень просто: каждый правильный ответ – 1 балл.

Критерии оценки теста (Т):

- Балл 9-10 выставляется студенту, если получены правильные ответы на 90-100% вопросов;
- балл 7-8 выставляется студенту, если получены правильные ответы на 70-80% вопросов;
- балл 6 выставляется студенту, если получены правильные ответы на 60-70% вопросов;
- менее 6 баллов выставляется студенту, если получены правильные ответы на менее 60 % вопросов;

Шкала итоговой оценки за семестр:

Для контроля и оценивая качества знаний студента, применяются четырех-балльная (русская), 100-балльная и европейская (ECTS) системы оценки качества обучения студентов. Связь между указанными системами приведена в таблице:

Сумма баллов	Оценка по 4-х балльной шкале	Зачет	Оценка	Градация
90-100	5 (отлично)	зачтено	A	отлично
85-89	4 (хорошо)		B	очень хорошо
75-84			C	хорошо
70-74			D	удовлетворительно
65-69	3 (удовлетворительно)		E	посредственно
60-64				
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)	не зачтено	F	неудовлетворительно

Итоговая оценка дисциплины складывается из баллов, полученных в течение семестра и баллов, оставшихся на зачет/экзамен.

Расшифровка уровня знаний, соответствующего полученным баллам, дается в таблице указанной ниже

Сумма баллов	Оценка ECTS	Уровень приобретенных знаний по дисциплине
90-100	A	«Отлично» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.
85-89	B	«Очень хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному.
75-84	C	«Хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.
65-74	D	«Удовлетворительно» - теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.
60-64	E	«Посредственно» - теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному.
Ниже 60	F	«Неудовлетворительно» - очень слабые знания, недостаточные для понимания курса, имеется большое количество основных ошибок и недочетов.

Студент считается аттестованным по разделу, экзамену, если он набрал не менее 60% от максимального балла, предусмотренного рабочей программой.

Контрольные мероприятия, за которые студент получил 0 баллов (неявка в установленный срок), подлежат обязательной пересдаче. Сроки пересдач контрольных мероприятий в течение семестра определяет кафедра.

Студент, пропустивший контрольное мероприятие без уважительной причины или получивший за него неудовлетворительную оценку, после пересдачи контрольного мероприятия получает балл ниже установленного на 25%.

Вопросы к экзамену:

1. Общие представления о числовом программном управлении станками и способах программирования станков с ЧПУ.
2. Структура управляющей программы, формат управляющей программы.
3. Кодирование номера кадра, подготовительной функции, размерных перемещений, функции подачи.
4. Кодирование скорости главного движения, функция инструмента, вспомогательной функции, подпрограммы.
5. Классификация систем ЧПУ по технологическим задачам управления обработкой. Классификация систем ЧПУ по наличию обратной связи.
6. Адаптивные системы ЧПУ. Классы систем ЧПУ.
7. Многомерное фазовое пространство системы ЧПУ: рабочий процесс; механические узлы; электромеханические приводы; задачи ЧПУ; система координации задач – система ЧПУ.
8. Три рабочие моды (способы существования) управления процессом: управляющая мода; мода наблюдения; инструментальная мода.
9. Задачи ЧПУ: геометрическая; логическая; технологическая диагностическая; задача системы ЧПУ; терминальная. Назначение задач.
10. Функция G00 – Позиционирование. Функция G01 – Линейная интерполяция. Функции G02 и G03 – Круговая интерполяция по часовой стрелке и против часовой стрелки.
11. G12 и G13 – Винтовая интерполяция по часовой стрелке и против часовой стрелки.
12. Функция G71... G75 – Предварительно задаваемое смещение нуля станка. Функция G92 – Программируемое смещение начала отсчёта.
13. Функция G90 – Задание перемещения в абсолютных размерах. Функция G91 – Задание перемещения в приращениях. Функция G04 – Выдержка времени. Функция G09 – Торможение в конце кадра.
14. Функция G81...G85 – Постоянные циклы обработки отверстий.
15. Вспомогательные функции.
16. Программирование скорости вращения шпинделя. Программирование величины подачи. Программирование коррекций подачи и скорости вращения шпинделя.
17. Локальные и глобальные подпрограммы. Вложение подпрограмм.
18. Условные и безусловные переходы. Цикл смены инструмента.
19. Параметрическое программирование.
20. Постпроцессоры.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Балла О.М. Обработка деталей на станках с ЧПУ. Оборудование. Оснастка. Технология: учебное пособие. — СПб.: Лань, 2015. — 365 с.

Дополнительная литература:

1. Ловыгин А.А., Теверовский Л.В. Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM система – М.: ДМК Пресс, 2015 – 286 с.
2. Чуваков А.Б. Основы подготовки и эффективной эксплуатации обрабатывающих станков с ЧПУ — Нижний Новгород: НГТУ, 2014 – 219 с.

3. Каштальян И.А., Программирование и наладка станка с числовым программным управлением – Минск: БНТУ, 2015 – 136 с.
4. Горяинов, Д. С. Разработка технологии изготовления и программирование обработки на станках с ЧПУ и ОЦ : учебное пособие для СПО / Д. С. Горяинов, Ю. И. Кургузов, Н. В. Носов. — 2-е изд. — Саратов : Профобразование, 2026. — 116 с. — ISBN 978-5-4488-2696-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/155929.html> (дата обращения: 05.05.2026). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

Программное обеспечение:

Heidenhain CNC PILOT 620

Heidenhain TNC PILOT 620

SprutCAM 16

Компас 3D

LMS и Интернет-ресурсы:

1. Научная электронная библиотека. URL: <http://www.elibrary.ru>.
2. Национальная платформа открытого образования: <https://openedu.ru/my/courses/>.
3. Образовательный портал НИЯУ МИФИ . URL: <https://online.mephi.ru/>.
4. Справочная система Актион URL: <https://action360.ru/>
5. Центр информационно-библиотечного обеспечения учебно-научной деятельности НИЯУ МИФИ URL: <http://library.mephi.ru/>.
6. Электронная информационно-образовательная среда ТИ НИЯУ МИФИ URL: <http://stud.mephi3.ru/>.
7. Электронно-библиотечная система IPRbooks URL: IPRbooks <https://www.iprbookshop.ru/>.
8. Электронно-библиотечная система Лань URL: <https://e.lanbook.com/>
9. Онлайн-курс «Программирование фрезерной обработки с применением SprutCAM», размещенный на Национальной платформе «Открытое образование». https://openedu.ru/course/mephi/mephi_pfopfc/?session=fall_2025

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебная дисциплина обеспечена учебно-методической документацией.

Лекционный материал изучается в специализированной аудитории, оснащенной современным компьютером с подключенным к нему проектором с видеотерминала персонального компьютера на настенный экран. Компьютерный класс на 8 рабочих мест: ПК, программное обеспечение (Heidenhain CNC PILOT 620, SprutCAM, Компас 3D).

Реализация практического раздела рабочей программы дисциплины базируется на наличии центра станков с ЧПУ (лаборатория 01).

Лаборатория 01 - лаборатория Автоматизированного проектирования технологических процессов и программирования станков ЧПУ оснащена следующим оборудованием:

1. Токарно-фрезерный станок CTX-310 Ecoline с ЧПУ Heidenhain CNC PILOT 620.
2. Универсальный фрезерный пяти осевой станок DMU-50 Ecoline с ЧПУ Heidenhain TNC 620

Каждый студент имеет свой логин и пароль для доступа к персональному электронному кабинету на сайте «Электронная информационно-образовательная среда Технологического института (филиала) НИЯУ МИФИ» <http://stud.mephi3.ru/>.

В информационном пространстве учебной дисциплины опубликованы:

- рабочая программа;
- список вопросов к зачет с оценкой и экзамену;
- методические указания для студентов.

Каждый студент имеет доступ к электронно-библиотечной системе IPRbooks.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

Автор: и.о.зав.кафедрой технологии машиностроения С.С. Юбкин.