

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Структурное подразделение «»

УТВЕРЖДЕНА:

на заседании Совета института ИТиАД им. Е.И.Попова
Протокол №8 от 16 февраля 2026 г.

Рабочая программа дисциплины

**«ПРОГРАММИРОВАНИЕ СТАНКОВ С ЧПУ / CNC MACHINE TOOLS
PROGRAMMING»**

Направление: 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Мехатронные и робототехнические системы / Mechatronic and robotic systems

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Кононенко Роман
Владимирович
Дата подписания: 01.07.2026

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Говорков Алексей
Сергеевич
Дата подписания: 02.07.2026

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Кононенко Роман
Владимирович
Дата подписания: 01.07.2026

Год набора – 2026

Иркутск, 2026 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Программирование станков с ЧПУ / CNC Machine Tools Programming» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-2 Готовность применять методы анализа и синтеза составных частей мехатронной или робототехнической системы, разрабатывать системы автоматического регулирования и адаптивного управления	ПКС-2.1
ПКС-4 Способность проводить техническое и программное оснащение рабочих мест с учетом современных методов и средств	ПКС-4.1

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-2.1	Способность выполнить разработку управляющей программы	Знать -Структуру и форматы управляющих программ (G-коды и М-коды) . - Методы ручного и диалогового программирования для технологического оборудования . - Системы координат станка, детали и инструмента, а также методы расчета эквидистанты и коррекции на радиус инструмента . - Основные виды интерполяции (линейная, круговая) и постоянные (стандартные) циклы обработки . Уметь -Разрабатывать управляющие программы в ручном режиме, используя конструкторскую и технологическую документацию . - Использовать базовые G- и М-коды для программирования траекторий перемещения инструмента и вспомогательных функций станка . - Применять стандартные циклы для сверления, растачивания и нарезания резьбы . - Выбирать оптимальные режимы резания и задавать их в УП (скорость шпинделя, подача) . Владеть - Методами и

		технологиями ручной разработки управляющих программ для станков с ЧПУ . - Навыками расчета опорных точек траектории инструмента с учетом геометрии детали и режущего инструмента . - Практическими навыками оптимизации УП для минимизации времени обработки (холостые ходы) . - Приемами работы в симуляторах/эмуляторах ЧПУ для верификации разработанных программ
ПКС-4.1	Способность выполнить действия по подготовке, наладке и настройке станка с числовым программным управлением к работе в отладочном и автоматизированном режиме	Знать - Порядок включения станка, последовательность операций при подготовке к работе (проверка систем смазки, охлаждения, гидравлики, пневматики) . - Методы установки и базирования заготовки на столе станка или в патроне с использованием станочной оснастки (тиски, прихваты, патроны, центры) . - Способы установки, закрепления и выверки режущего инструмента в шпинделе (вне станочные и внутростаночные измерители) . - Процедуру привязки инструмента (измерение длины и радиуса корректоров) и задания рабочих смещений (G54–G59, G92) . - Алгоритм работы в отладочном режиме (пошаговый режим, режим «сухой прогон», блокировка подачи/шпинделя) и методы проверки УП на безопасность . Уметь - Производить подключение и подготовку станка к запуску, включая проверку нулевых точек и референтных положений осей . - Устанавливать и выверять заготовку с контролем параллельности и перпендикулярности (индикатор, щуп) . - Выполнять привязку нуля детали (обнуление G54) с использованием щупа или ручного подвода инструмента к поверхности .

		- Осуществлять настройку параметров корректоров инструмента (длина, радиус) в системе ЧПУ . - Проводить отладку УП в пошаговом режиме с визуальным контролем траектории и без металла (сухой прогон) для предотвращения аварийных ситуаций . - Корректировать подачу и частоту вращения шпинделя непосредственно в процессе автоматической работы (через корректирующие рукоятки или меню) . Владеть - Практическими приемами установки и выверки оснастки и инструмента (с использованием индикаторов, концевой меры, эталонных оправок) . - Методикой безопасной привязки инструмента и задания смещений (G-коды и диалоговый режим) . - Навыками ведения отладки и тестового прогона управляющей программы (запуск в режиме «без металла» и контроль перемещений) . - Навыками оперативного внесения правок в УП на пульте управления (редактирование кадров, изменение коррекций) в ходе обработки . - Навыками оценки стружкообразования и качества обработки для оперативной корректировки режимов резания .
--	--	---

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Программирование станков с ЧПУ / CNC Machine Tools Programming» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Инженерная и компьютерная графика / Engineering and Computer Graphics», «Трехмерное моделирование / 3D Design», «Метрология, стандартизация и сертификация / Metrology, Standardizing and Certification», «Технология машиностроения / Fundamentals of Mechanical Engineering»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Детали машин / Machine Parts and Fundamentals of Machine Design», «Процессы формообразования и инструменты / Machining Processes and Tools», «Резание материалов / Cutting Materials», «CAD/CAM/CAE системы / CAD/CAM/CAE Systems»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	45	45
лекции	15	15
лабораторные работы	30	30
практические/семинарские занятия	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	27	27
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 3

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Введение в технологии ЧПУ и основы программирования	1	2	1, 2	4					Устный опрос
2	Язык программирования G/M-кодов и структура управляющей программы	2	2	3, 4	4					Устный опрос
3	Коррекция и компенсация инструмента	3	2	5, 6	4					Устный опрос
4	Постоянные циклы обработки	4	2	7, 8	4					Устный опрос
5	Программирование для фрезерных станков	5	2	9	2			1	9	Устный опрос
6	Программирование для токарных станков	6	2	10, 11, 12	6			1	9	Устный опрос
7	Подготовка производства, наладка и отладка УП	7	3	13, 14, 15	6			1	9	Устный опрос
	Промежуточная								36	Экзамен

	аттестация								
	Всего		15		30			63	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение в технологию ЧПУ и основы программирования	- Определения: станок с ЧПУ, система числового управления, управляющая программа (УП), обрабатывающий центр. - Краткий обзор истории развития станкостроения и систем ЧПУ. - Классификация станков по назначению (токарные, фрезерные, сверлильные, многоцелевые), по количеству осей (2, 3, 4, 5-осевые). - Принцип работы системы ЧПУ: ввод УП, декодирование, интерполяция, управление приводами подачи и шпинделя. - Понятие о системах координат станка, детали и инструмента. Абсолютная (G90) и относительная (G91) системы отсчёта. - Основные этапы разработки УП: технологическая подготовка, выбор инструмента, расчёт режимов резания, написание программы, верификация, отладка на станке.
2	Язык программирования G/M-кодов и структура управляющей программы	- Структура УП: начало программы (номер программы), последовательность кадров, конец программы (M30). - Формат кадра: номер кадра (N...), подготовительные функции (G...), координаты (X, Y, Z, I, J, K), параметры подачи (F), частоты вращения (S), вспомогательные функции (M...). - Основные G-коды. - Вспомогательные функции (M-коды) и параметры режимов резания.
3	Коррекция и компенсация инструмента	- Понятие длины инструмента и методы её измерения (вне станочный измеритель, щуп, эталонная оправка). - Ввод корректоров длины в таблицу инструментов (H-коды). - Команды коррекции: G43 — положительная коррекция длины; G44 — отрицательная коррекция; G49 — отмена коррекции. - Алгоритм задания рабочего смещения (G54–G59). Привязка нуля детали с использованием щупа или ручного подвода инструмента.
4	Постоянные циклы обработки	- Назначение и преимущества постоянных циклов. - Структура цикла: G-код цикла + координаты точек + параметры (R, Z, Q, F, L). - Основные циклы сверления

		Особенности циклов для токарных станков (на примере SINUMERIK, FANUC). - Циклы чернового точения (CYCLE95, G71) и чистового точения (G70). - Циклы обработки канавок и нарезания резьбы (G76, CYCLE97). - Циклы фрезерования карманов и уступов (для обрабатывающих центров). - Практические примеры использования циклов для сокращения длины программы.
5	Программирование для фрезерных станков	- Особенности фрезерной обработки: выбор плоскости (G17/G18/G19), работа в абсолютных/относительных координатах. - Программирование линейных и круговых интерполяций для обработки контуров (G01, G02, G03). - Использование I, J, K для задания центра дуги (радиусный метод R). - Расчёт опорных точек траектории для наружных и внутренних контуров. - Программирование фрезерования уступов, пазов и карманов. - Подпрограммы и макросы для типовых операций.
6	Программирование для токарных станков	- Особенности системы координат токарного станка: ось X (поперечная, диаметральный размер), ось Z (продольная). - Отличия в программировании: диаметральная система координат (X — диаметр). - Привязка нуля детали. Установка корректоров резца. - Линейная и круговая интерполяция для токарной обработки (G01, G02/G03). - Торцевая и цилиндрическая обработка.
7	Подготовка производства, наладка и отладка УП	- Порядок включения станка и проверка систем (смазка, охлаждение, гидравлика, пневматика). - Методы установки и закрепления заготовки: тиски, прихваты, патроны, оправки, центры. - Установка и выверка инструмента в шпинделе. - Привязка инструмента: измерение длины и радиуса корректоров (вне станочные и внутростаночные системы). - Задание рабочих смещений (G54–G59). Установка нуля детали с помощью щупа или ручного подвода.

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 3

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Ознакомление с устройством и органами	2

	управления станка с ЧПУ	
2	Написание простейшей УП для обработки прямой линии	2
3	Программирование линейной и круговой интерполяции.	2
4	Программирование перемещений в абсолютной и относительной системе координат	2
5	Коррекция на длину инструмента	2
6	Коррекция на радиус инструмента	2
7	Программирование циклов сверления	2
8	Программирование циклов нарезания резьбы	2
9	Фрезерование контура с использованием коррекции радиуса	2
10	Программирование обработки карманов и пазов.	2
11	Программирование точения цилиндрических и конических поверхностей.	2
12	Токарная обработка резьбы с использованием цикла G76	2
13	Верификация УП в симуляторе ЧПУ.	2
14	Отладка УП на станке	2
15	Разработка полной УП для обработки реальной детали.	2

4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к практическим занятиям	27

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Интерактивная доска

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Размещены на образовательной платформе el.istu.edu

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Размещены на образовательной платформе el.istu.edu

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 3 | Устный опрос

Описание процедуры.

Защита отчетов по лабораторным работам

Критерии оценивания.

Ответы на контрольные вопросы преподавателя

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПКС-2.1	«Отлично» Демонстрирует исчерпывающие знания языков программирования ЧПУ и структуры УП. Уверенно, без ошибок разрабатывает оптимальные УП для сложных контуров, используя коррекцию инструмента и постоянные циклы. Программа работоспособна, логически верна и минимизирована по времени холостых ходов «Хорошо» Показывает достаточные знания теории программирования. Умеет составлять УП для типовых задач, но допускает негрубые ошибки (например, в расчете эквидистанты или выборе циклов). Ответы полные, но не всегда развернутые «Удовлетворительно» (базовый уровень): Владеет основным теоретическим материалом, но испытывает затруднения при самостоятельной разработке УП. Допускает ошибки в синтаксисе G-кодов или расчетах траекторий, но способен исправить их с помощью преподавателя «Неудовлетворительно» Фрагментарные знания основ программирования. Не умеет	Защита практических работ

	составлять УП даже для простых операций. Допускает грубые ошибки в кодировании, не владеет навыками работы в симуляторе. Задания выполняются только по образцу или не выполняются	
ПКС-4.1	«Отлично» Демонстрирует безупречное знание технологии наладки и всех этапов подготовки станка. Самостоятельно и без ошибок выполняет установку заготовки и инструмента, корректно вводит корректоры. Уверенно проводит отладку УП, распознает потенциально опасные перемещения на этапе сухого прогона. В процессе обработки грамотно корректирует режимы, добиваясь оптимального качества детали. «Хорошо» Знает общую последовательность наладки, но допускает мелкие неточности (например, не полностью проверяет все коммуникации перед стартом). Устанавливает заготовку и инструмент с помощью преподавателя (подсказки по моменту затяжки или выбору оснастки). Отладку выполняет верно, но иногда пропускает проверку отдельных переходов. Режимы корректирует с небольшой задержкой. «Удовлетворительно» Демонстрирует поверхностные знания процедур наладки. При установке заготовки или инструмента допускает нарушения правил техники безопасности (не выверяет биение, ослабляет зажим). Нулевые точки и корректоры задает с ошибками, отладку УП проводит с множеством остановок и только под контролем преподавателя. Не умеет корректировать режимы в реальном времени. «Неудовлетворительно» Не знает элементарных правил подготовки станка к работе. Не умеет устанавливать заготовку (ошибки	Защита практических работ

	базирования), не ориентируется в системе корректоров. Отладку УП выполнять отказывается или не может запустить станок в автоматическом режиме. Нарушает технику безопасности. Практическое задание не выполнено.	
--	--	--

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 3, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамен проводится в два этапа (устно-письменная форма с элементами практического кодирования):

Теоретическая часть (билет содержит 2 вопроса): Студент получает экзаменационный билет, в который включены один вопрос по базовым основам программирования ЧПУ (G-коды, M-коды, системы координат) и один вопрос по применению стандартных циклов или способов коррекции инструмента. На подготовку ответов дается 20–30 минут. Ответы оцениваются по полноте, логичности и точности формулировок.

Практическая часть (задача): В каждом билете содержится упрощенный чертеж детали (или фрагмент контура) и технические условия обработки. Студент должен разработать фрагмент управляющей программы (УП) в ручном режиме (написать код G-кодами) для заданной операции (фрезерование контура, сверление отверстий, растачивание и т.п.). Разрешается использование справочных таблиц режимов резания.

Пример задания:

Список контрольных вопросов:

- 1) Структура и форматы управляющих программ по стандарту ISO-7bit (основные G- и M-коды).
- 2) Системы координат: абсолютная и относительная (G90, G91). Переходы между ними.
- 3) Виды интерполяций: линейная (G01), круговая (G02/G03), быстрое позиционирование (G00).
- 4) Программирование коррекции на радиус инструмента (G41/G42/G40), понятие эквидистанты.
- 5) Постоянные (стандартные) циклы сверления (G81, G83) и растачивания (G85, G76).
- 6) Циклы нарезания резьбы метчиком (G84).
- 7) Программирование режимов резания: скорость шпинделя (S), подача (F), вспомогательные функции (M-коды).
- 8) Подпрограммы в УП (M98, M99) и их применение для многократных повторяющихся участков.
- 9) Расчет опорных точек траектории инструмента при обработке наружных и внутренних контуров.
- 10) Выбор базовых плоскостей (G17, G18, G19) и работа в 2,5D-системах.
- 11) Способы минимизации холостых ходов при фрезеровании.
- 12) Верификация УП в симуляторах/эмуляторах ЧПУ (цели и методы проверки).

- 13) Управление сменой инструмента (M06) и вызов корректоров (H, D).
 14) Работа с координатами центра отверстия и циклическими возвратами в точку старта (G98/G99).
 15) Особенности программирования токарной обработки (система координат резца, эквидистанта по оси X).

Пример практического задания

Условие:

Требуется обработать 4 отверстия диаметром 10 мм и глубиной 20 мм в плите из алюминиевого сплава. Координаты центров отверстий:

(X=20, Y=20), (X=80, Y=20), (X=20, Y=80), (X=80, Y=80).

Инструмент — сверло диаметром 10 мм. Точка старта (исходная позиция): X=0, Y=0, Z=50.

Задание: Напишите фрагмент управляющей программы для предварительного сверления (с использованием цикла G81), задав скорость шпинделя 2000 об/мин и подачу 150 мм/мин. Обеспечьте выход в точку старта после обработки.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Демонстрирует глубокое и системное знание всех разделов дисциплины. Свободно ориентируется в сложных циклах и коррекциях. Практическая задача решена абсолютно верно с первого раза: синтаксис безупречен, режимы резания подобраны оптимально, программа логична и минимальна по холостым ходам. Дает развернутые ответы на дополнительные вопросы экзаменатора.	Твердо знает теоретический материал, но в ответах допускает незначительные неточности (например, путает обозначения G98/G99). Практическая задача решена верно, но содержит 1–2 негрубые синтаксические ошибки (пропуск ведущего нуля, неверный формат кадра), которые студент способен исправить после указания на них преподавателем. Режимы резания выбраны корректно.	Основной материал усвоен на базовом уровне. Отвечает на простые вопросы (структура УП, основные G-коды), но затрудняется с расчетом эквидистанты или применением циклов. В практическом задании допущены грубые ошибки (неправильно расставлены координаты, неверно задана плоскость, пропущен G80), однако после наводящих вопросов экзаменатора может скорректировать программу. Время на выполнение превышено.	Фрагментарные, бессистемные знания. Не владеет базовой терминологией (системы координат, интерполяции). Не может написать ни одного корректного кадра УП для простейшей операции. Допускает критические ошибки в задании режимов резания, не ориентируется в структуре кадра. Практическая задача не решена или решена с ошибками, которые студент не может исправить даже при помощи преподавателя. Ответы на дополнительные вопросы отсутствуют.

7 Основная учебная литература

1. Колошкина И. Е. Основы программирования для станков с ЧПУ в САМ-системе : учебник / Колошкина И. Е., 2022. - 260.

[Сайт] – URL: <https://www.iprbookshop.ru/124237.html>

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Кузнецов Юрий Иннокентьевич. Инструментальная оснастка для станков с ЧПУ / Юрий Иннокентьевич Кузнецов; Под общ. ред. Р. Э. Сафрагана, 1988. - 153.

2. Шарин Юрий Сергеевич. Подготовка программ для станков с ЧПУ / Юрий Сергеевич Шарин, 1980. - 144.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Лицензионное программное обеспечение Системное программное обеспечение
2. Лицензионное программное обеспечение Пакет прикладных офисных программ
3. Лицензионное программное обеспечение Интернет-браузер

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.
2. Учебная аудитория для проведения лабораторных/практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.