Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет имени В.А. Бондаренко»

Кафедра систем автоматизации производства

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.7 Автоматизация программирования числового программного управления»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
(код и наименование направления подготовки)

Системы автоматизации технологических процессов и производств
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Заочная

Год набора 2026

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.В.7 Автоматизация программирования числового программного управления*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра систем автоматизации производства
наименование кафедры

протокол № 8 от "13" марта 2026г.

Заведующий кафедрой
Кафедра систем автоматизации производства _____ Д.А. Проскурин
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:
доцент каф.САП _____ А.А. Корнипаева
должность *подпись* *расшифровка подписи*

_____
должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств _____ Д.А. Проскурин
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
_____ С.А.Биктимирова
личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству от Аэрокосмического института
_____ А.М. Черноусова
личная подпись *расшифровка подписи*

№ регистрации _____

© Корнипаева А.А., 2026
© ОГУ, 2026

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

формирование у обучающихся комплекса знаний, умений и навыков, необходимых для эффективного программирования обработки деталей на станках с числовым программным управлением с применением специализированных систем

Задачи:

– изучение основ программирования обработки деталей на различных типах станков с ЧПУ с применением CAM- систем;

– изучение основ контроля разработанных программ;

– приобретение навыков работы с CAM-системами.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.13 Информационные технологии и программирование, Б1.Д.Б.15.2 Математический анализ, Б1.Д.Б.16 Физика, Б1.Д.Б.27 Оборудование автоматизированного машиностроительного производства, Б1.Д.Б.36 Моделирование систем автоматизации, Б1.Д.В.3 Программирование оборудования с числовым программным управлением, Б1.Д.В.4 Базы данных систем автоматизации и управления, Б1.Д.В.5 Технологические процессы автоматизированных производств*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.32 Гибкие производственные системы*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-5 Способен решать задачи автоматизированной разработки технологий и программ для обработки заготовок на станках с числовым программным управлением	ПК*-5-В-1 Понимает принципы автоматизированной разработки технологий и программ для обработки заготовок на станках с числовым программным управлением ПК*-5-В-2 Выполняет автоматизированную настройку технологических операций обработки заготовок на станках с числовым программным управлением ПК*-5-В-3 Применяет навыки автоматизированной разработки и отладки технологий и управляющих программ для станков с числовым программным управлением	**Знать:** - принципы автоматизированной разработки технологий и программ для обработки заготовок на станках с числовым программным управлением **Уметь:** - выполнять автоматизированную настройку технологических операций обработки заготовок на станках с числовым программным управлением - задавать параметры

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		инструмента, параметры и стратегию обработки. **Владеть:** - навыками разработки управляющих программ на этапе автоматизированной технологической подготовки производства

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	8 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**108**	**108**
Контактная работа:	**14,25**	**14,25**
Лекции (Л)	6	6
Лабораторные работы (ЛР)	8	8
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: *- выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ);* *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;* *- подготовка к лабораторным занятиям;* *- подготовка к коллоквиумам;* *и т.п.)*	**93,75**	**93,75**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**зачет**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 8 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Теоретические основы и принципы автоматизированной разработки УП для станков с ЧПУ	36	2		4	30
2	Автоматизированная настройка технологических операций обработки на станках с ЧПУ	38	2		4	32
3	Разработка, отладка и верификация управляющих программ в автоматизированной среде	34	2			32

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
	Итого:	108	6		8	94
	Всего:	108	6		8	94

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Теоретические основы и принципы автоматизированной разработки УП для станков с ЧПУ

Введение в автоматизацию программирования ЧПУ. Эволюция методов программирования: от ручного кодирования к CAM-системам. Место автоматизации УП в цикле проектирования технологических процессов. Связь с PLM/ERP/MES-контуром. Стандарты, форматы и языки программирования ЧПУ. Структура управляющей программы: кадры, блоки, адреса. G/M-коды, макропрограммирование, параметрическое и модульное программирование. Нормативная база (ГОСТ, ISO 6983, DIN 66025). Архитектура современных CAD/CAM/CAE систем. Модульная структура: геометрическое ядро, процессор технологических операций, модуль генерации траекторий, постпроцессор, симулятор. Типы систем (2.5D, 3D, 5-осевые, токарные, многофункциональные).

Раздел 2. Автоматизированная настройка технологических операций обработки на станках с ЧПУ. Отладка и верификация управляющих программ в автоматизированной среде

Методология выбора и параметризации стратегий обработки. Черновая, получистовая, чистовая, отделочная обработка. Стратегии: параллельная, радиальная, спиральная, адаптивная, HSM. Критерии выбора в зависимости от геометрии, материала и требуемой точности. Базы данных инструментов и режимов резания. Параметризация инструмента: геометрия, вылет, биение, износ. Автоматический подбор режимов (Vc, f, ap, ae) по каталогам производителей. Адаптивное управление подачей и коррекция по нагрузке шпинделя. Постпроцессоры: архитектура, адаптация и генерация кода. Принцип трансляции CL-файла в машинный код. Методы виртуальной верификации и симуляции обработки. Кинематические модели станков, проверка на столкновения (инструмент-заготовка-оправка-стол). Цифровые двойники, анализ погрешностей позиционирования, оценка времени цикла. Алгоритмы автоматизированной отладки УП. Итерационная оптимизация: корректировка режимов, смещений корректоров, траекторий по результатам симуляции. Методы сокращения времени отладки, управление допусками и шероховатостью. Интеграция CAM-систем в производственную среду. Передача УП: DNC-сети, USB, Ethernet, протоколы FTP/MDC. Связь с PLM/PDM, версиями и архивированием. Формирование комплекта технологической документации, стандарты оформления.

Раздел 3. Разработка, модификация и отладка постпроцессоров для станков с ЧПУ

Архитектура и принципы работы постпроцессоров в CAM-системах. Место постпроцессора в цепочке CAD – CAM – CNC. Структура CL-данных и этапов трансляции. Основные блоки: инициализация, управление инструментом, интерполяция, корректоры, макросы, завершение. Различия архитектур: скриптовые (Python, TCL), конфигурационные (XML/JSON), компилируемые. Специфика стоек Fanuc, Siemens Sinumerik, Heidenhain, Haas. Методы модификации постпроцессоров. Редактирование форматов адресов, точности, порядка следования параметров. Внедрение условной логики (IF/THEN/ELSE), циклов, переменных. Интеграция кастомных M-кодов, блоков безопасности, сигналов PLC. Версионирование, ведение CHANGELOG, контроль совместимости. Отладочные техники: логирование, пошаговая трассировка, валидация в эмуляторах. Разработка пользовательских постпроцессоров и верификация. Жизненный цикл разработки: ТЗ → архитектура → кодирование → тестирование → внедрение. Генерация подпрограмм, параметрических циклов, многоосевой кинематики. Инструменты верификации: цифровые двойники, Vericut, NC Simul, встроенные симуляторы. Промышленное развёртывание: DNC-передача, контрольные суммы, интеграция с PLM/MES, управление ревизиями. Кейсы и типовые ошибки.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1	Автоматизированное проектирование траектории инструмента при черновой обработке	4
2	2	Автоматизированная настройка стратегий чистовой и финишной обработки	4
		Итого:	8

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

- Соколов, М. В. Особенности обработки на станках с ЧПУ деталей из цветных металлов : учебное пособие : [16+] / М. В. Соколов. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2025. – 84 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=726237 (дата обращения: 11.04.2026). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9729-2348-9. – Текст : электронный.

- Соколов, М. В. Особенности обработки деталей из сталей : учебное пособие : [16+] / М. В. Соколов. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. – 144 с. : табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=726236 (дата обращения: 11.04.2026). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9729-1675-7. – Текст : электронный.

5.2 Дополнительная литература

- Сергеев, А. И. Использование обучающего класса ЧПУ при подготовке управляющих программ [Электронный ресурс] : методические указания для слушателей, обучающихся по образовательной программе (переподготовки) "Системы числового программного управления металлообрабатывающих станков", для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлениям подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств / А. И. Сергеев, М. А. Корнипаев; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. систем автоматизации пр-ва. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 4.46 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2014. - 89 с. - Загл. с тит. экрана. - Adobe Acrobat Reader 6.0. - Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/4784_20140715.pdf
- Сергеев, А. И. Подготовка управляющих программ для станков с ЧПУ с использованием современных автоматизированных обучающих систем [Электронный ресурс] : электронный курс лекций / А. И. Сергеев, В. Н. Шерстобитова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 248 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2014. - 6 с. - Загл. с тит. экрана. - Архиватор 7-Zip. - Режим доступа: http://ufer.osu.ru/index.php?option=com_uferdbsearch&view=uferdbsearch&action=details&ufer_id=1016
- Белов, П. С. Программирование обработки деталей на станках с ЧПУ : методические указания по выполнению самостоятельной работы студентов : методическое пособие : [16+] / П. С. Белов. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2019. – 24 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=561359 (дата обращения: 13.05.2024). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4499-0166-8. – DOI 10.23681/561359. – Текст : электронный.
- Автоматизация и управление в технологических комплексах / под общ. ред. А. М. Русецкого ; Национальная академия наук Беларуси, Отделение физико-технических наук ГНПО «Центр». – Минск : Беларуская навука, 2014. – 376 с. : ил., табл., схем – (Технологические комплексы: проектирование, производство, применение). – Режим доступа: по подписке. – URL:

https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=330472 (дата обращения: 13.05.2024). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-985-08-1774-7. – Текст : электронный.

5.3 Периодические издания

5.3.1 Автоматизация в промышленности: журнал. - М. : Агентство «Роспечать», 2020-2026.

5.3.2 Информационные технологии в проектировании и производстве: журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2019-2026.

5.3.3 Автоматизация. Современные технологии : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2017-2024.

5.4 Интернет-ресурсы

5.4.1 http://www.sapr.ru/ -Журнал «САПР и графика».

5.4.2 http://isicad.ru/ - Все о САПР, PLM и ERP.

5.4.3 https://openedu.ru/course/mephi/engineering/?session=spring_2024 - «Открытое образование», Каталог курсов, МООК: «Автоматизация производственных процессов в машиностроении».

5.4.4 https://www.sprut.ru/products-and-solutions/products/sprutcam/video-lessons - официальный сайт компании «СПРУТ-Технология», содержащий видеоуроки по подготовке управляющих программ для станков с ЧПУ.

5.4.5 https://openedu.ru/course/spbstu/DIGPROD/?session=spring_2024 - «Открытое образование», Каталог курсов, МООК: «Цифровое производство и проектная деятельность».

5.4.6 https://openedu.ru/course/mephi/mephi_pfopfc/ - «Открытое образование», Каталог курсов, МООК: «Программирование фрезерной обработки с применением SprutCAM»

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

5.5.1 Операционная система РЕД ОС.

5.5.2 Пакет офисных приложений «МойОфис Образование»

5.5.3.Для работы с ресурсами Интернет - веб-браузер Яндекс https://yandex.ru/..

5.5.4 ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2026]. – Режим доступа в сети ОГУ http://garant.net.osu.ru

5.5.5 Учебный комплект программного обеспечения КОМПАС-3D

5.5.6 Система разработки управляющих программ для станков с ЧПУ SprutCAM.

5.5.7 Платформа для проведения онлайн мероприятий и видеоконференций «DION» (Конфигурация «DION EDU»)

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных работ используется компьютерный класс, оснащенный компьютерной техникой, подключенной к сети «Интернет» и обеспеченной доступом в электронную информационно-образовательную среду ОГУ, комплектами ученической мебели.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащено компьютерной техникой, подключенной к сети «Интернет» и обеспеченной доступом в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.