

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель проректора по проектному
обучению и дополнительному
профессиональному образованию

_____ В.А. Овчинникова
« ____ » _____ 2022 г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕПОДГОТОВКИ
«Разработка управляющих программ для оборудования с числовым
программным управлением»
(реализуется в рамках программы стратегического академического лидерства
«Приоритет - 2030»)**

Разработчики программы:

Кугаевский Сергей Семенович, к.т.н., доцент кафедры технологии машиностроения,
станков и инструментов УрФУ;

Сердюк Юрий Владимирович, к.ф.-м.н., доцент кафедры информационных технологий и
автоматизации проектирования УрФУ;

Куреннов Дмитрий Валерьевич, к.т.н., заведующий кафедрой информационных
технологий и автоматизации проектирования УрФУ

Программа утверждена на заседании комиссии по ДПО и ДО методического совета УрФУ
по ДПО протокол № 4 от «14» июля 2022 года

Председатель комиссии _____ В.Г. Вятчина

Руководитель Цифровой кафедры _____ Е.Г. Чепуров

Руководитель программы _____ Д.В. Куреннов

**Екатеринбург
2022 г.**

I. Общие положения

1. Дополнительная профессиональная программа (программа профессиональной переподготовки) ИТ-профиля **«Разработка управляющих программ для оборудования с числовым программным управлением»** (далее – Программа) разработана в соответствии с нормами Федерального закона РФ от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», с учетом требований приказа Минобрнауки России от 01.07.2013 № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам», с изменениями, внесенными приказом Минобрнауки России от 15.11.2013 № 1244 «О внесении изменений в Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 01.07.2013 № 499», приказа Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ»; паспорта федерального проекта «Развитие кадрового потенциала ИТ-отрасли» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации»; постановления Правительства Российской Федерации от 13.05.2021 № 729 «О мерах по реализации программы стратегического лидерства «Приоритет-2030» (в редакции постановления Правительства Российской Федерации от 14.03.2022 № 357 «О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 13.05.2021 № 729»); приказа Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 28.02.2022 № 143 «Об утверждении методик расчета показателей федеральных проектов национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» и признании утратившими силу некоторых приказов Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций

Российской Федерации об утверждении методик расчета показателей федеральных проектов национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» (далее – приказ Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации № 143); федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Минобрнауки Российской Федерации от 17.08.2020 № 1044, (далее – ФГОС ВО), а также профессионального стандарта 40.089 Специалист по автоматизированной разработке технологий и программ для станков с числовым программным управлением, утвержденного приказом Минтруда Российской Федерации от 02.07.2019 № 463н.

2. Профессиональная переподготовка заинтересованных лиц (далее – Слушатели), осуществляемая в соответствии с Программой (далее – Подготовка), имеющей отраслевую направленность «Обрабатывающая промышленность» (в сфере «Производство машин и оборудования»), проводится в ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (далее – Университет) в соответствии с учебным планом в очной форме обучения.

3. Разделы, включенные в учебный план Программы, используются для последующей разработки календарного учебного графика, учебно-тематического плана, рабочей программы, оценочных и методических материалов. Перечисленные документы разрабатываются Университетом самостоятельно, с учетом актуальных положений законодательства об образовании, законодательства в области информационных технологий и смежных областей знаний ФГОС ВО и профессионального стандарта 40.089 Специалист по автоматизированной разработке технологий и программ для станков с числовым программным управлением, утвержденного приказом Минтруда Российской Федерации от 02.07.2019 № 463н.

4. Программа регламентирует требования к профессиональной

переподготовке в области автоматизированной разработки технологий и программ для станков с числовым программным управлением.

Срок освоения Программы составляет 252 академических часа.

К освоению Программы в рамках проекта допускаются лица, получающие высшее образование по очной (очно-заочной) форме, лица, освоившие основную образовательную программу (далее – ООП ВО) бакалавриата – в объеме не менее первого курса (бакалавры 2-го курса), ООП ВО специалитета – не менее первого и второго курсов (специалисты 3-го курса), обучающиеся по ООП ВО, отнесенным к ИТ-сфере.

5. Область профессиональной деятельности: производство машин и оборудования.

II. Цель

6. Целью подготовки слушателей по Программе является получение обучающимися по специальностям и направлениям подготовки, отнесенным к ИТ-сфере компетенции, необходимой для выполнения нового вида профессиональной деятельности на стыке информационных технологий и машиностроения – разработка управляющих программ для станков с числовым программным управлением с применением CAD/CAM систем; приобретение новой квалификации – инженер-технолог-программист.

III. Характеристика новой квалификации и связанных с ней видов профессиональной деятельности, трудовых функций и (или) уровней квалификации

7. Виды профессиональной деятельности, трудовая функция, указанные в профессиональном стандарте по соответствующим должностям: Инженер-технолог - программист, представлены в таблице 1:

Таблица 1

Характеристика новой квалификации, связанной с видом профессиональной деятельности и трудовыми функциями в соответствии с профессиональным стандартом 40.089 Специалист по автоматизированной разработке технологий и программ для станков с числовым программным управлением

Область профессиональной деятельности	Тип задач профессиональной деятельности	Код и наименование профессиональной компетенции	Трудовые действия	Трудовая функция	Обобщенная трудовая функция	Вид профессиональной деятельности
Обрабатывающая промышленность	1. Производственный. 2. Технологический. 3. Конструкторский	Разрабатывать на основе цифровых моделей план выполнения операций технологического процесса для токарных и фрезерных станков с числовым программным управлением 2- и 3-координатной обработки лезвийным инструментом (ПК 1)	<p>Анализ технологичности конструкций деталей с точки зрения изготовления на станках с ЧПУ.</p> <p>Разработка с применением систем автоматизированного проектирования (далее - CAD-системы) предложений по повышению технологичности конструкции деталей с точки зрения изготовления на станках с ЧПУ.</p> <p>Определение возможности и целесообразности применения простых технологических операций на станках с ЧПУ при изготовлении деталей.</p> <p>Разработка и редактирование с применением CAD-систем электронных моделей элементов технологической системы, необходимых для разработки управляющих программ для простых операций обработки заготовок на станках с ЧПУ.</p>	Адаптация простых операций обработки заготовок к станкам с ЧПУ	Автоматизированная разработка технологий и программ для двухкоординатной и двух с половиной координатной обработки (далее - простых операций) заготовок на станках с ЧПУ	Автоматизированная разработка технологий и программ для станков с числовым программным управлением
		Разрабатывать на основе информационных моделей управляющие программы для токарных и фрезерных станков с числовым программным	<p>Формирование и внесение в САМ-систему исходной информации (системы координат, нулевые точки детали и режущего инструмента, рабочие плоскости, плоскости интерполяции, таблицы коррекции инструментов, защищенные зоны станка).</p> <p>Выбор с применением САМ-, САРР-систем номенклатуры режущего инструмента и технологических режимов для простых</p>	Автоматизированная разработка управляющих программ для простых операций обработки заготовок на		

		<p>управлением 2- и 3-координатной обработки лезвийным инструментом (ПК 2)</p>	<p>операций обработки заготовок на станках с ЧПУ. Разработка с применением САМ-систем плана простой операции обработки заготовок на станках с ЧПУ. Программирование с применением САМ-систем технологических и вспомогательных переходов простых операций обработки заготовок на станках с ЧПУ. Адаптация с помощью постпроцессорной обработки управляющей программы к конкретному станку с ЧПУ.</p>	<p>станках с ЧПУ</p>		
		<p>Производить отладку управляющих программ изготовления деталей для 2- и 3-х координатных станков с ЧПУ в информационных средах предприятия (ПК-3)</p>	<p>Проверка и корректировка с применением САМ-систем и систем виртуальной верификации управляющих программ для простых операций обработки заготовок на станках с ЧПУ. Определение с применением САМ-систем и систем виртуальной верификации управляющих программ норм времени для простых операций обработки заготовок на станках с ЧПУ. Отладка с применением САМ-систем управляющих программ для простых операций обработки заготовок на станках с ЧПУ. Анализ результатов отработки на рабочем месте управляющих программ для простых операций обработки заготовок на станках с ЧПУ. Подготовка и внесение предложений по изменению простых операций обработки заготовок на станках с ЧПУ.</p>	<p>Отладка управляющих программ для простых операций обработки заготовок на станках с ЧПУ</p>		

**Характеристика новой и развиваемой цифровой компетенции в ИТ-сфере,
связанной с уровнем формирования и развития в результате освоения Программы
«Разработка управляющих программ для оборудования с числовым программным управлением»**

Наименование сферы	Код и наименование цифровой компетенции	Пример инструментов	0 — способность не проявляется/ проявляется в степени, недостаточной для отнесения к 1 уровню сформированности компетенции	1 — способность проявляется под внешним контролем / при внешней постановке задачи/ обучающийся пользуется готовыми, рекомендованными продуктами	2 — способность проявляется, но обучающийся эпизодически прибегает к экспертной консультации/ самостоятельно подбирает и пользуется готовыми продуктами	3 — способность проявляется системно / обучающийся модифицирует способность под определенные задачи / создает новый продукт, обучает других
Системы проектирования / CAM системы	Использует 3D-моделирование	Прайм «Цифровое машиностроение», NX CAD	(-)	(-)	(+)	(-)
	Использует специальные технические программы CAD/CAM проектирования	Прайм «Цифровое машиностроение», NX CAM	(-)	(-)	(+)	(-)

IV. Характеристика новых и развиваемых цифровых компетенций, формирующихся в результате освоения программы

8. В ходе освоения Программы Слушателем приобретаются следующие профессиональные компетенции:

ПК 1. Разрабатывать план выполнения операции для токарных и фрезерных станков с числовым программным управлением 2- и 3-координатной обработки лезвийным инструментом;

ПК 2. Разрабатывать управляющие программы для токарных и фрезерных станков с числовым программным управлением 2- и 3-координатной обработки лезвийным инструментом;

ПК 3. Производить отладку управляющих программ изготовления деталей для 2- и 3-х координатных станков с ЧПУ;

ПК 4. Использовать 3D-моделирование;

ПК 5. Использовать специальные технические программы CAD/CAM проектирования.

V. Планируемые результаты обучения по ДПП ПП

09. Результатами подготовки слушателей по Программе является получение компетенции, необходимой для выполнения нового вида профессиональной деятельности на стыке информационных технологий и машиностроения – разработка управляющих программ для станков с числовым программным управлением с применением CAD/CAM систем; приобретение новой квалификации – инженер-технолог-программист.

10. В результате освоения Программы слушатель должен:

Знать:

основные принципы работы в CAD-системах;

CAD-системы, их функциональные возможности для проектирования электронных моделей деталей;

Основы работы с 3D аннотациями в CAD/CAM системах;

основные критерии качественной оценки технологичности конструкции

деталей с точки зрения изготовления простыми технологическими операциями на станках с ЧПУ;

конструктивные особенности и технологические возможности станков с ЧПУ для выполнения простых технологических операций;

основные принципы работы в САМ-системах;

основные требования к САМ системе для поддержки высокоскоростной и высокоэффективной обработки;

основные и вспомогательные команды языков программирования систем ЧПУ, специальные функции, их свойства и правила применения.

Уметь:

использовать САД-системы для выявления нетехнологичных элементов деталей с точки зрения изготовления простыми технологическими операциями на станках с ЧПУ;

разрабатывать с применением САД-систем предложения по повышению технологичности конструкции деталей;

наносить 3D аннотации на 3D модель изделия и использовать их в технологической подготовке производства;

определять возможность и целесообразность изготовления деталей или отдельных конструктивных элементов простыми технологическими операциями на станках с ЧПУ;

использовать САМ-системы для формирования исходной информации для простых операций обработки заготовок на станках с ЧПУ;

использовать САМ-системы для определения типа траектории обработки поверхностей заготовок простыми операциями на станках с ЧПУ;

использовать САМ-системы для постпроцессорной обработки управляющих программ с целью их адаптации к конкретному станку с ЧПУ.

Иметь навыки:

применения САД-систем для проектирования и модификации электронной модели изделия;

применения САМ-систем для разработки управляющих программ для

станков с числовым программным управлением.

VI. Организационно-педагогические условия реализации ДПП

11. Реализация Программы должна обеспечить получение компетенции, необходимой для выполнения нового вида профессиональной деятельности в области информационных технологий - разработка управляющих программ для станков с числовым программным управлением с применением CAD/CAM систем; приобретение новой квалификации - инженер-технолог-программист.

12. Учебный процесс организуется с применением дистанционных образовательных технологий, инновационных технологий и методик обучения, способных обеспечить получение слушателями знаний, умений и навыков в области конструирования технологического оборудования.

13. Практика проводится в очной форме на площадке Центра обработки материалов и проектных технологий (ЦОМиПТ) УрФУ, обладающего условиями для освоения новой цифровой квалификации «Инженер-технолог-программист».

Целью практики является закрепление полученных слушателями на лекционных и практических занятиях знаний и умений, формирование навыков по приобретаемым профессиональным компетенциям, обеспечивающим получение квалификации, при выполнении работ, предусмотренных Программой.

В качестве руководителей практики привлекаются сотрудники профильных подразделений предприятий-индустриальных партнеров в соответствии с направлением Программы.

За время практики слушатели формируют отчет, отражающий основные этапы анализа, формализации, алгоритмизации задач разработки программного обеспечения для технологических процессов различных отраслей обрабатывающей промышленности (машиностроения, металлургии

и т.д.)

По согласованию с предприятием-индустриальным партнером материалы практики могут быть использованы при подготовке итоговой аттестационной работы (проекта).

14. Реализация Программы обеспечивается научно-педагогическими кадрами Университета с привлечением к образовательному процессу высококвалифицированных специалистов в области разработки и интеграции прикладных программных продуктов для технических систем, с обязательным участием представителей профильных организаций-работодателей в организации практической подготовки слушателей. Возможно привлечение региональных руководителей цифровой трансформации (отраслевых ведомственных и/или корпоративных) к проведению итоговой аттестации, привлечение работников организаций реального сектора экономики субъектов Российской Федерации.

VII. Учебный план ДПП

15. Объем Программы составляет 252 часа.

16. Учебный план Программы определяет перечень, последовательность, общую трудоемкость разделов и формы контроля знаний.

Учебный план программы профессиональной переподготовки

«Разработка управляющих программ для оборудования с числовым программным управлением»

№ п/п	Наименование раздела (модуля)	Общая трудоемкость (252 часа)	Форма контроля
1	Конструкторско-технологическая подготовка программных операций в CAD/CAM-системе	60	Зачет
2	Бесчертежные технологии и 3D аннотации в CAD/CAM-системе	36	Зачет
3.	Моделирование и отладка управляющих программ для станков с ЧПУ в САМ-системе	72	Экзамен
4	Поддержка высокоскоростной и высокоэффективной обработки в САМ системе	36	Зачет
5	Практика	30	Зачет
6.	Промежуточная аттестация	14	Экзамен/зачет

7.	Итоговая аттестация	4	Итоговая аттестационная работа
	Итого:	252	

VIII. Календарный учебный график

18. Календарный учебный график представляет собой график учебного процесса, устанавливающий последовательность и продолжительность обучения и итоговой аттестации по учебным дням.

Календарный учебный график программы профессиональной переподготовки «Разработка управляющих программ для оборудования с числовым программным управлением»

№ пп	Наименование раздела(модуля)	Учебные недели											
		1-3	4-6	7-9	10-12	13-16	17-18	19-21	22-24	25-27	28-32	33-35	36
1	Конструкторско-технологическая подготовка программных операций в САД/САМ-системе	■	■										
2	Бесчертежные технологии и 3D аннотации в САД/САМ-системе			■									
3.	Моделирование и отладка управляющих программ для станков с ЧПУ в САМ-системе				■	■	■	■					
4	3D аннотации в САМ-системе								■				
5	Поддержка высокоскоростной и высокоэффективной обработки в САМ системе									■			
4.	Практика										■	■	
5.	Промежуточная аттестация			■						■		■	
6.	Итоговая												■

аттестация											
------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

IX. Рабочая программа учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей)

19. Рабочая программа содержит перечень разделов и тем, а также рассматриваемых в них вопросов с учетом их трудоемкости.

Рабочая программа разрабатывается Университетом с учетом профессионального стандарта 40.089 Специалист по автоматизированной разработке технологий и программ для станков с числовым программным управлением, утвержденного приказом Минтруда Российской Федерации от 02.07.2019 № 463н.

№ п/п	Наименование и краткое содержание раздела(модуля)	Объем, часов
Модуль 1. Конструкторско-технологическая подготовка программных операций в CAD/CAM-системе – 64 часа, включая промежуточную аттестацию		
1.	Тема 1. Общие сведения. Интерфейс CAD/CAM-системы.	4
2.	Тема 2. Инструмент «Выражения».	4
3.	Тема 3. Системы координат. Координатные плоскости.	4
4.	Тема 4. Эскизы. Построение кривых.	6
5.	Тема 5. Призматические формы (вращение, вытягивание).	6
6.	Тема 6. Пространственные кривые.	4
7.	Тема 7. Создание детали тела вращения.	4
8.	Тема 8. Создание детали типа «Рычаг».	4
9.	Тема 9. Создание детали типа «Корпус».	4
10.	Тема 10. Разработка и редактирование с применением CAD-систем электронных моделей элементов технологической системы.	6
11.	Тема 11. Разработка плана выполнения операции для токарных и фрезерных станков с ЧПУ.	6
12.	Тема 12. Анализ технологичности конструкций деталей с точки зрения изготовления на станках с ЧПУ. Формирование предложений по повышению технологичности.	8
	Промежуточная аттестация – зачет	4

Модуль 2. Бесчертежные технологии и 3D аннотации в CAD/CAM-системе – 38 часов, включая промежуточную аттестацию		
1	Тема 1: 3D аннотации как основа для бесчертежной технологии	4
2	Тема 2: 3D аннотации в CAD	8
3	Тема 3: Использование 3D аннотаций в технологических процессах	12
4	Тема 4: Автоматизация на основе 3D аннотаций в модуле обработки на основе типовых элементов САМ системы	4
5.	Тема 5: 3D аннотаций в модуле обработки на основе типовых элементов САМ системы	8
	Промежуточная аттестация – зачет	2
Модуль 3. Моделирование и отладка управляющих программ для станков с ЧПУ в САМ-системе – 76 часов, включая промежуточную аттестацию		
1.	Тема 1. Главное меню САМ-системы и типы операций обработки. Последовательность работы.	4
2.	Тема 2. Выбор режущего инструмента и технологических режимов для простых операций обработки заготовок на станках с ЧПУ.	6
3.	Тема 3. Разработка плана простой операции обработки заготовок на станках с ЧПУ.	8
4.	Тема 4. Обработка плоскостей, карманов, уступов, вертикальных стенок (mill planar).	6
5.	Тема 5. Обработка отверстий (hole making).	6
6.	Тема 6. Обработка конструктивных элементов, имеющих стенки произвольной формы (mill contour).	4
7.	Тема 7. 3х-осевое фрезерование.	6
8.	Тема 8. 5-осевая позиционная обработка (3+2 осевая).	8
9.	Тема 9. Обработка деталей типа тела вращения.	6
10.	Тема 10. Симуляция и верификация в САМ-системе. Создание кинематической модели станка. Работа с библиотеками станков, постпроцессоров.	10
11.	Тема 11. Обработка на основе элементов (FBM).	8
	Промежуточная аттестация - экзамен	4
Модуль 4. Поддержка высокоскоростной и высокоэффективной обработки в САМ системе – 38 часов, включая промежуточную аттестацию		
1	Тема 1: Понятие высокоскоростной (ВСО) и высокоэффективной обработки	12

2	Тема 2: Типы операций и параметры операций для ВСО	12
3	Тема 3: ВСО при 5-осевой обработке	12
	Промежуточная аттестация – зачет	2
Модуль 5. Практика – 32 часа, включая промежуточную аттестацию		
1.	Тема 1. Автоматизированная разработка управляющих программ для простых операций обработки заготовок на станках с ЧПУ	12
2.	Тема 2. Отладка управляющих программ для простых операций обработки заготовок на станках с ЧПУ	18
	Промежуточная аттестация - зачет	2
Итоговая аттестация – итоговая аттестационная работа		4

20. Учебно-тематический план Программы определяет тематическое содержание, последовательность разделов и (или) тем и их трудоемкость.

№ п/п	Наименование раздела(модуля)	Количество часов		
		аудиторных		самостоятельной работы (выполнение заданий)
		Лекции	Семинары/практические занятия	
1.	Конструкторско-технологическая подготовка программных операций в CAD/CAM-системе	16	24	20 (Изучение теоретических разделов, самостоятельная практическая работа)
2.	Бесчертежные технологии и 3D аннотации в CAD/CAM системе	10	12	14 (Изучение теоретических разделов, самостоятельная практическая работа)
3.	Моделирование и отладка управляющих программ для станков с ЧПУ в САМ-системе	16	24	30 (Изучение теоретических разделов, самостоятельная практическая работа)
4.	Поддержка высокоскоростной и	10	12	14 (Изучение

	высокоэффективной обработки в САМ системе			теоретических разделов, самостоятельная практическая работа)
5.	Практика	-	30	-
	Промежуточная аттестация, в том числе:	14		
	зачет по модулю «Конструкторско-технологическая подготовка программных операций в CAD/CAM-системе»	4		
	зачет по модулю «Бесчертежные технологии и 3D аннотации в CAD/CAM системе»	2		
	экзамен по модулю «Моделирование и отладка управляющих программ для станков с ЧПУ в САМ-системе»	4		
	зачет по модулю Поддержка высокоскоростной и высокоэффективной обработки в САМ системе	2		
	зачет по практике	2		
	Итоговая аттестация	4		

X. Формы аттестации

21. Слушатели, успешно выполнившие все элементы учебного плана, допускаются к итоговой аттестации.

Итоговая аттестация по Программе проводится в форме защиты итоговой аттестационной работы.

22. Лицам, успешно освоившим Программу (в области создания алгоритмов и программ, пригодных для практического применения, или навыков использования и освоения цифровых технологий, необходимых для выполнения нового вида профессиональной деятельности) и прошедшим итоговую аттестацию в рамках проекта «Цифровые кафедры», выдается документ о квалификации: диплом о профессиональной переподготовке.

При освоении ДПП ПП параллельно с получением высшего образования диплом о профессиональной переподготовке выдается не ранее получения соответствующего документа об образовании и о квалификации (за исключением лиц, имеющих среднее профессиональное или высшее образование).

23. Лицам, не прошедшим итоговую аттестацию или получившим на итоговой аттестации неудовлетворительные результаты, а также лицам, освоившим часть Программы и (или) отчисленным из Университета, выдается справка об обучении или о периоде обучения по образцу, самостоятельно устанавливаемому Университетом.

XI. Оценочные материалы

24. Контроль знаний, полученных слушателями при освоении разделов (модулей) Программы, осуществляется в следующих формах:

текущий контроль успеваемости – обеспечивает оценивание хода освоения разделов Программы, проводится в форме отчетных работ.

промежуточная аттестация – завершает изучение отдельного модуля Программы, проводится в форме зачета или экзамена;

итоговая аттестация – завершает изучение всей Программы и проводится в форме защиты итоговой аттестационной работы.

25. В ходе освоения Программы каждый слушатель выполняет следующие отчетные работы:

№ п/п	Наименование раздела (модуля)	Задание	Критерии оценки
1.	Конструкторско-технологическая подготовка программных операций в CAD/CAM-системе	Устный опрос	Ответы на поставленные вопросы
		Тестовые задания по каждой теме	Правильные ответы не менее, чем на 60% тестовых вопросов
		Индивидуальные конструкторские задания по каждой теме	Корректное выполнение построений по индивидуальному заданию
2.	Бесчертежные	Устный опрос	Ответы на поставленные

	технологии и 3D аннотации в CAD/CAM системе		вопросы
		Тестовые задания по каждой теме	Правильные ответы не менее, чем на 60% тестовых вопросов
		Индивидуальные конструкторские задания по каждой теме	Корректное выполнение построений по индивидуальному заданию
3.	Моделирование и отладка управляющих программ для станков с ЧПУ в САМ-системе	Устный опрос	Ответы на поставленные вопросы
		Тестовые задания по каждой теме	Правильные ответы не менее, чем на 60% тестовых вопросов
		Индивидуальные технологические задания по каждой теме	Корректное выполнение построений по индивидуальному заданию
4.	Поддержка высокоскоростной и высокоэффективной обработки в САМ системе	Устный опрос	Ответы на поставленные вопросы
		Тестовые задания по каждой теме	Правильные ответы не менее, чем на 60% тестовых вопросов
		Индивидуальные технологические задания по каждой теме	Корректное выполнение построений по индивидуальному заданию
5.	Практика	Индивидуальные технологические задания	Выполнение задач практики
6.	Промежуточная аттестация	Индивидуальные технологические задания	Выполнение заданий
7.	Итоговая аттестация	Итоговая аттестационная работа	Критерии оценки согласуются с экспертной комиссией

26. Текущий контроль. Перечень примерных заданий.

Модуль 1. Конструкторско-технологическая подготовка программных операций в CAD/CAM-системе

Тема 10. Для заданного эскиза в растровом формате (на бумаге) разработать 3D-модель соответствующих конструктивных элементов и деталей.

Тема 11. Разработка плана выполнения операции для токарных и фрезерных станков с ЧПУ.

Для заданной детали простой сложности разработать последовательность обработки на токарных и фрезерных операциях. Сформировать укрупненный технологический процесс.

Тема 12. Анализ технологичности конструкций деталей с точки зрения изготовления на станках с ЧПУ. Формирование предложений по повышению технологичности.

Сформировать предложения по улучшению технологичности конструкции деталей применительно к обработке на станках с ЧПУ.

Модуль 2. Бесчертежные технологии и 3D аннотации в CAD/CAM-системе

Тема 2. Нанести 3D аннотации на 3D модель по данным чертежа

Тема 4. Модифицировать 3D аннотации так, чтобы при работе модуля FBM в проекте

появилась дополнительная операция чистовой обработки.

Модуль 3. Моделирование и отладка управляющих программ для станков с ЧПУ в САМ-системе

Тема 2. Выбор режущего инструмента и технологических режимов для простых операций обработки заготовок на станках с ЧПУ

Для обработки кармана необходимо подобрать фрезу диаметром 10 мм.

В менеджере операций выбрать вкладку «инструмент». Выбрать номер гнезда магазина (ROCKET_01). Для шаблона mill_planar выбрать подтип инструмента «концевая фреза». В таблице выбрать параметр Диаметр = 10. В открывшемся списке фрез выбрать номер фрезы, удовлетворяющей условия по параметрам длины режущей части и радиуса при вершине зуба.

Тема 9. Обработка деталей типа тела вращения.

В качестве задания выдается 3D-модель детали типа «тело вращения». Требуется разработать управляющую программу обработки детали с одного из установов.

В менеджере операций подобрать необходимые инструменты. На вкладке «геометрия» назначить точку «0» программы и построить токарное сечение. Смоделировать все технологические переходы для данной программной операции

Модуль 4. Поддержка высокоскоростной и высокоэффективной обработки в САМ системе

Тема 2. Модифицировать проект обработки для устранения острых углов траектории.

Модифицировать проект обработки для устранения проходов полным диаметром фрезы.

27. Промежуточная аттестация. Перечень примерных заданий.

Модуль 1. Конструкторско-технологическая подготовка программных операций в CAD/САМ-системе

Для заданного чертежа детали в растровом формате (на бумаге) разработать 3D-модель детали (корпусной или тела вращения) с целью передачи в САМ-систему для расчета управляющей программы.

Модуль 2. Бесчертежные технологии и 3D аннотации в CAD/САМ-системе

Нанести 3D аннотации на 3D модель по данным чертежа.

Модифицировать правила обработки в модуле FBM для замены заданной операции на другой тип операции.

Модуль 3. Моделирование и отладка управляющих программ для станков с ЧПУ в САМ-системе

Разработать программные операции для детали, заданной 3D-моделью произвольной конфигурации, включая симуляцию обработки и вывод программы в G-кодах.

Модуль 4. Поддержка высокоскоростной и высокоэффективной обработки в САМ системе

Назначить инструмент и режимы резания в проекте обработки с учетом требований высокоэффективной обработки. Сравнить время выполнения операций.

28. Итоговая аттестация. Перечень примерных тем итогового аттестационного проекта

Разработка программного обеспечения модулей настройки системы ЧПУ в условиях

ХII. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение Программы

1. Прайм «Цифровое машиностроение»
2. NX.

В реализации дополнительной программы для реализации практических навыков студентов, через практические и лабораторные занятия, а также для выполнения проектных и самостоятельных работ, задействованы следующие подразделения Университета:

Центр обработки материалов, оснащенный оборудованием:

- 1) Станок универсально-фрезерный с ЧПУ ФС-300-02 CNC;
- 2) Токарный обрабатывающий центр CTX 310 ecoline с ЧПУ Sinumerik;
- 3) Промышленный робот Кука KR 5 ARC
- 4) Графическая станция CAD для работы с 3D моделями

Конфигурация: GA-P75-D3 Soc-1155 iB75/ K2000_2048_PCIE16/ i5-3570/ 4GB_DDR3_PC12800x2/ 1TB_SATA_7K2/ VTX450-25SAT3-128G/FSP 700-80GLN 700W

Программное обеспечение: NX

Образовательный центр робототехники «ФАНУК-УрФУ».

- 1) роботизированные ячейки Fanuc LRM III
- 2) роботизированные ячейки Fanuc A20I
- 3) высокопроизводительные графические станция для работы с тяжелым программным обеспечением САПР Прайм «Цифровое машиностроение»

ХIII. Список литературы

Электронные ресурсы (издания)

1. Ли, Кунву. Основы САПР. CAD/CAM/CAE / Кунву Ли ; [пер. с англ. А. Вахитова, Д. Солнышкова] .— М. ; СПб. ; Нижний Новгород [и др.] : Питер, 2004 .— 560 с. : ил. ; 24 см .— Алф. указ.: с. 551-559. — Пер. изд.: Principles of CAD/CAM/CAE Systems / K. Lee. - 1999. — Библиогр.: с. 541-550 (166 назв.). — ISBN 5-94723-770-9.
2. Мирошин, Д. Г. Технология программирования и эксплуатация станков с ЧПУ : учебное пособие / Д. Г. Мирошин, Т. В. Шестакова, О. В. Костина. — Екатеринбург : РГППУ, 2011. — 79 с. — ISBN 978-5-8050-0437-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/5422> (дата обращения: 22.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Сурина, Е. С. Разработка управляющих программ для системы ЧПУ : учебное пособие

для спо / Е. С. Сурина. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 268 с. — ISBN 978-5-8114-8262-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/173809> (дата обращения: 22.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Печатные издания

1. Кугаевский, С. С. Технология механической обработки корпусных деталей на базе распознавания типовых конструктивных форм : Учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлению подготовки 15.04.05 — Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств / С. С. Кугаевский ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, 2021. — 120 с. — ISBN 978-5-7996-3334-9.
2. Должиков, В. П. Технологии наукоемких машиностроительных производств : учебное пособие / В. П. Должиков. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-2393-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168969> (дата обращения: 22.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Звонцов, И. Ф. Разработка технологических процессов изготовления деталей общего и специального машиностроения : учебное пособие / И. Ф. Звонцов, К. М. Иванов, П. П. Серебrenицкий. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 696 с. — ISBN 978-5-8114-4520-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121985> (дата обращения: 22.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Кольцов Д.М. Си на примерах. Практика, практика и только практика., ил. [Текст] / Кольцов Д.М. — СПб.: Наук и техника, 2019 — 288 с.
5. Павловская Т.А. С/С++. Программирование на языке высокого уровня [Текст]: учебник для вузов / СПб.:Питер, 2009. — 464 с.
6. Мартынов Н.Н. Информатика: С для начинающих [Текст] / Мартынов Н.Н. — М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2006. — 304 с.
7. Ведмидь П.А., Сулинов А.В. Программирование обработки в NX CAM. - М.: ДМК Пресс, 2014. - 304 с.
8. Гончаров П.С. и др. — М. NX для конструктора-машиностроителя.: ДМК Пресс, 2010. - 504 с.
9. Высокоскоростная и высокопроизводительная обработка (режимы, характеристика станков, инструмент): метод. указания / Сост.: М.А. Болотов, Н.Д. Проничев, О.С. Сурков и др. — Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2007. — 80 с.

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. ООО Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru/>.
2. Издательство "Лань" <http://e.lanbook.com/>.
3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.