

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ЕДИНСТВО: ТЕХНОЛОГ-ПРОГРАММИСТ-НОРМИРОВЩИК-НАЛАДЧИК/ОПЕРАТОР СТАНКА С ЧПУ- ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Колошкина И.Е., Капитанов А.В.

*Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»,
Москва*

Ключевые слова: САПР, станки с ЧПУ, система ADEM CAD/CAM/CAPP, автоматизированное технологическое проектирование и программирование, образовательная платформа.

Аннотация. Рассмотрена организация системы обучения специалистов различных категорий (студенты СПО и ВО, ИТР и операторов станков с ЧПУ предприятий машиностроения) автоматизированной разработке технологий и управляющих программ, расчету нормативов времени при проектировании операций обработки на станках с ЧПУ в интегрированной конструкторско-технологической системе отечественной разработки ADEM CAD/CAM/CAPP.

TECHNOLOGICAL UNITY: TECHNOLOGIST-PROGRAMMER-NORMALIZER-ADJUSTER/OPERATOR OF A CNC MACHINE- TRAINING OF SPECIALISTS FOR MECHANICAL ENGINEERING

Koloshkina I.E., Kapitanov A.V.

Moscow State University of Technology "STANKIN", Moscow

Keywords: Computer-Aided Design Systems, CNC machines, ADEM CAD/CAM/CAPP system, automated technological design and programming, educational platform.

Abstract. The systems of training specialists of various categories (students of the secondary specialized vocational education system and of higher education, engineering and technical staff and operators of CNC machines of machine building enterprises) for the development of automated technology development and control programs, calculation of time standards in the design of machining operations on CNC machines in the integrated design and technological system of domestic development ADEM CAD/CAM/CAPP are considered.

Постановка задачи. Автоматизация производства в ближайшее время станет приоритетным направлением развития машиностроения в России, одним из основных направлений реализации этого положения является применение автоматизированного оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ). Достижение очевидных преимуществ применения оборудования с ЧПУ невозможны без соответствующей технологической подготовки производства, эффективная реализация которой выполняется с помощью автоматизированных систем проектирования. Важнейшей частью практической реализации такой задачи является подготовка кадров способных работать с такими системами.

Категории подготовки специалистов и рабочих для автоматизированной разработке технологий и программ для станков с ЧПУ – студенты системы среднего профессионального и высшего образования, инженерно-технический персонал и наладчики/операторы станков с ЧПУ предприятий машиностроительной отрасли.

В качестве критериев выбора системы автоматизированной подготовки производства, помимо других факторов, являются – российская разработка (по условиям импортозамещения) и регистрация программы в общероссийском реестре, функциональность системы и пр. Применительно к учебным заведениям это наличие лицензированной версии для учебных заведений и свободно распространяемой версии для самостоятельной работы, обеспечение методическими разработками для организации учебного процесса. По результатам анализа отечественных разработок этого направления предпочтение можно отдать интегрированной конструкторско-технологической системе ADEM CAD/CAM/CAPP, возможности которой соответствует перечисленным критериям.

Подготовка в системах среднего профессионального и высшего образования, форма обучения – компетентностно-ориентированная образовательная платформа для многоуровневой подготовки по профилю. Срок обучения – 144 учебных часа (2 семестра) [1]. Цель реализации образовательной платформы – подготовка специалиста по автоматизированному проектированию, соответствующего по знаниям, умениям и практическим навыкам требованиям ФГОС ВО и профессионального стандарта 40.089 Специалист по автоматизированной разработке технологий и программ для станков с ЧПУ. Образовательная компетентностно-ориентированная платформа подготовки специалиста включает в себя:

- техническое обеспечение – автоматизированные рабочие места на базе ПК и мультимедийное оборудование для демонстрации действий преподавателя, оборудование с ЧПУ, симуляторы станков с ЧПУ с виртуальной или физической клавиатурой;

- программное обеспечение – сетевая версия интегрированной конструкторско-технологической системы ADEM CAD/CAM/CAPP, компьютерная программа для проведения занятий в дистанционном режиме;

- информационное обеспечение – электронные базы данных технологического оборудования, технологической оснастки, средств измерения, форм технологической документации, видеосюжеты выполнения отдельных действий;

- методическое обеспечение - учебно-методическая литература, как в бумажном, так и в электронном исполнении, алгоритмы выполнения последовательности действий при разработке комплектов технологической документации; рекомендации по организации учебного процесса, обеспечение автоматизированного контроля уровня знаний - компьютерные тесты, кейсы для самостоятельного проектирования.

1-ый уровень подготовки – Компьютерная графика. Специализация «Специалист по компьютерной графике и 3D моделированию в системе ADEM» (работа в конструкторском модуле CAD). Содержание теоретического материала: изображение 2D геометрических примитивов, управление 2D изображениями, редактирование 2D изображений, объемное 3D моделирование, управление 3D изображениями, редактирование 3D изображений, получение аксонометрического изображения с 3D модели, оформление технического

рисунка. Содержание практикума: разработка геометрических примитивов, разработка 2D изображений, разработка поверхностных и твердотельных объемных моделей вращением профиля вокруг оси, разработка объемных моделей смещением профиля, получение аксонометрического изображения с 3D модели. По завершению выполнения практических работ выполняется контрольный кейс по разработке 3D модели и технического рисунка детали тела вращения и корпусной детали. Этот этап обучения обеспечен учебником соответствующего содержания [2].

2-ой уровень – Инженерная графика. Специализация «Специалист по автоматизированной разработке конструкторской документации в системе ADEM» (работа в конструкторском модуле CAD). Содержание теоретического материала: виды и комплектность конструкторских документов, автоматизация разработки конструкторской документации, компьютерный инжиниринг, разрезы и сечения в изображениях, оформление чертежа – технические требования, размеры, шероховатость поверхности, штриховка, разработка сборочных чертежей, оформление спецификации. Разработка технологических эскизов. Содержание практикума: разработка конструкторской документации на деталь тела вращения и корпусную деталь, разработка сборочного чертежа. По завершению выполнения практических работ самостоятельно выполняется контрольный кейс по разработке сборочного чертежа, спецификации и детализации деталей, входящих в сборочную единицу. Этот этап обучения также обеспечен учебником соответствующего содержания [3].

3-ий уровень – Технологическая документация. Специализация «Специалист по автоматизированной разработке технологической документации в системе ADEM» (работа в технологическом модуле CAPP) [4]. Содержание теоретического материала: виды и комплектность технологических документов, автоматизация разработки технологической документации, базы данных и сервисы системы, автоматизированная разработка технологической документации для маршрутных, операционных и маршрутно-операционных процессов механической обработки. Нормирование операций. Содержание практикума: разработка технологической документации для маршрутного и операционного техпроцессов обработки детали тела вращения и корпусной детали на универсальном и автоматизированном оборудовании, определение нормативов времени. Реализация практикума выполняется в составе проектной инжиниринговой команды в автоматизированной проектно-производственной среде в форме виртуального технологического подразделения по разработке технологической документации и подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ.

Предложен способ реализации коллективных учебных проектов в составе проектных инжиниринговых команд. В отличие от традиционной работы по индивидуальным заданиям, способ моделирует работу коллектива специалистов в составе технологического бюро на производстве. Формируются группы для коллективного технологического проектирования, состав команды 5-6 человек, предпочтительно разной степени подготовленности, для обеспечения коммуникативности между обучаемыми с различным уровнем восприятия

учебного материала. Задания включают сборочный чертеж и детализовку, а также необходимые условия производства – серийность, размер партии, сроки выпуска готовой продукции, оборудование, инструментальное оснащение. ТПП каждой детали, входящей в сборку, выполняется индивидуально, а на отдельных этапах в составе группы. Результатом работы является комплект технологической документации на изготовление объекта в соответствии с заданием. По завершению выполнения практических работ самостоятельно выполняется контрольный кейс по разработке технологической документации для операционных техпроцессов обработки деталей тела вращения и корпусной детали [5].

4-ый уровень – Программирование для станков с ЧПУ. Специализация «Специалист по автоматизированной разработке технологий и программ для станков с ЧПУ в системе ADEM». Подготовка по 5-му уровню квалификации в соответствии с профессиональным стандартом ПС 40.089. Содержание теоретического материала: порядок автоматизированной разработки технологий и программ для двух координатной и двух с половиной координатной обработки (далее - простых операций) заготовок на станках с ЧПУ, структура управляющей программы для станков с ЧПУ, основы программирования в САМ-системе, виды конструктивных элементов, разработка управляющих программ для станков с ЧПУ для отдельного конструктивного элемента. Содержание практикума: разработка управляющих программ для сверления отверстий, обработки наружного и внутреннего контуров на станке с ЧПУ. По завершению выполнения практических работ выполняется контрольный кейс по разработке технологии и управляющей программы для обработки детали с различными конструктивными элементами на станке с ЧПУ [6].

5-ый уровень – Отработка управляющих программ для станков с ЧПУ на оборудовании. При отсутствии возможности выхода на оборудование проверку разработанной в САМ системе, управляющей программы можно реализовать на свободно распространяемой версии программной станции с виртуальным пультом управления HEIDENHAIN iTNC 530. Программная станция построена на том же программном обеспечении (ПО), что и реальная система ЧПУ, благодаря этому она подходит для обучения [7].

Разработанная методика используется в ряде учебных заведений РФ (Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева, Брянский государственный университет им. ак. И.Г. Петровского, НИТУ Московский институт стали и сплавов и др.).

Подготовка инженерно-технического персонала реализуется по следующему алгоритму.

1. Лекция о функциональных возможностях системы ADEM CAD/CAM/CAPP.

2. Анализ видов оборудования с программным управлением на предприятии.

3. Анализ номенклатуры изделий для обработки на станках с ЧПУ. Выбор деталей для пробного проектирования.

4. Разработка и утверждение рабочей программы обучения с учетом специфики производства.

5. Курсы обучения приемам работы с ADEM по разработанной и утвержденной программе:

– базовая подготовка (36 учебных часов), методическое обеспечение – рабочая тетрадь;

– специальная подготовка на примере отобранных деталей предприятия (36 учебных часов).

6. По завершению курсов выполнение тестовых заданий слушателями и оценка эффективности обучения собеседованием перед комиссией, подготовка рекомендаций о статусе специалиста.

Кейс для проведения итоговых тестовых испытаний по разработке комплекта технологической документации для станков с ЧПУ на время включает – разработку маршрута обработки изделия по конструкторской документации, разработку операционного технологического маршрута на операцию, реализуемую на станке с ЧПУ, подготовку управляющей программы, расчет нормативов времени. Разработаны индикаторы для 100-бальной оценки в соответствии с разработанным оценочным листом подготовленности обучаемого:

– низкий уровень, до 40 баллов, рекомендация – дополнительная целевая подготовка по профилю производственной деятельности;

– средний уровень, 60-70 баллов, рекомендация – соответствует занимаемой должности, для повышения статуса требуется дополнительное обучение по профилю производственной деятельности;

– высокий уровень, 90-100 баллов, рекомендация – повышение статуса (присвоение следующего уровня квалификации с пересмотром тарифной ставки).

Подготовка наладчиков и операторов станков с ЧПУ

1. Лекция о функциональных возможностях системы ADEM CAD/CAM/CAPP.

2. Курсы обучения приемам работы с ADEM:

– базовая подготовка (36 учебных часов), методическое обеспечение – рабочая тетрадь;

– специальная подготовка на примере деталей предприятия (36 учебных часов).

3. По завершению курсов выполнение тестовых заданий слушателями с реализацией на оборудовании и оценка эффективности обучения собеседованием в комиссии и рассмотрение вопросов о повышении разрядности рабочих.

Выводы. Подготовленный по предложенной методике специалист по знаниям, умениям и навыкам будет соответствовать требованиям профессионального стандарта «ПС 40.089 Специалист по автоматизированной разработке технологий и программ для станков с ЧПУ» по трудовой функции «Автоматизированная разработка управляющих программ для простых операций обработки заготовок на станках с ЧПУ» по 5-ому уровню квалификации, специальность - инженер-технолог-программист. Может выполнять с помощью системы, кроме разработки технологической документации, подготовку управляющих программ для станков с ЧПУ, определять временные показатели

процесса, совмещая в одном лице обязанности технолога, программиста для станков с ЧПУ и нормировщика.

Финансирование. Материалы подготовлены в рамках договора о стратегическом сотрудничестве между ООО «АДЕМ-инжиниринг» и ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Список литературы

1. Колошкина И.Е. Подготовка специалистов по автоматизированной разработке технологий и программ для станков с ЧПУ // Автоматизация в промышленности. – 2023. – №02. – С. 15-17.
2. Колошкина И.Е. Компьютерная графика: учебник и практикум для вузов. – 4-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во Юрайт, 2023. – 233 с.
3. Колошкина И.Е. Инженерная графика. САД: учебник и практикум для вузов. – М.: Изд-во Юрайт, 2023.
4. Колошкина И.Е., Капитанов А.В., Феофанов А.Н. Эффективность применения автоматизированной интеллектуальной системы для формирования технологической документации // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2024. – №1(193). – С. 50-57.
5. Колошкина И.Е. Автоматизация проектирования технологической документации: учебник и практикум для вузов. – М.: Изд-во Юрайт, 2023. – 371 с.
6. Колошкина И.Е. Основы программирования для станков с ЧПУ в САМ-системе: учебник – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2022. – 260 с.
7. Колошкина И.Е. Основы программирования для станков с ЧПУ: учебное пособие для вузов. – М.: Изд-во Юрайт, 2023. – 260 с.

Сведения об авторах:

Колошкина Инна Евгеньевна – аспирант;

Капитанов Алексей Вячеславович – д.т.н., доцент, заведующий кафедрой автоматизированных систем обработки информации и управления.