

## МЕТОДИКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В СИСТЕМЕ CAD/CAM/CAPP

И.Е. Колошкина (Брянский завод промышленной автоматики)

Приведены сведения о комплектности технологической документации в соответствии с требованиями ЕСТД. Рассмотрена методика автоматизированной разработки технологической документации с помощью компьютерной системы CAD/CAM/CAPP, применяемая для подготовки студентов образовательных учреждений.

Ключевые слова: технологическая документация, интегрированные конструкторско-технологические компьютерные системы, маршрутные и операционные технологические процессы, управляющие программы, ЧПУ.

### Введение

**Постановка проблемы.** Сокращение сроков технологической подготовки производства в значительной степени зависит от уровня автоматизации проектных работ при подготовке технологической документации. Широкое использование программных продуктов, обеспечивающих автоматизированную подготовку технологической документации и управляющих программ для станков с программным управлением, сдерживает дефицит подготовленных специалистов для работы с такими системами.

**Анализ сведений о решении проблемы.** Автоматизированная разработка технологической документации и подготовка управляющих программ (УП) для оборудования с ЧПУ реализуется с помощью CAD/CAM/CAPP систем. По имеющемуся комплексу конструкторской документации — чертеж и трехмерное изображение детали — разрабатывается технологическая схема изготовления, выбирается стратегия

обработки. При использовании CAD/CAM/CAPP систем отечественной разработки технологическая документация соответствует требованиям ЕСТД (Единая система технологической документации) [1]. При подготовке специалистов для работы с такими системами проводятся курсы для слушателей, имеющих теоретическую и практическую подготовку в области применения информационных технологий в машиностроении. За основу берутся инструкции к системам, ориентированные на подготовленных специалистов.

**Выделение нерешенных частей общей проблемы.** Для освоения работы с большинством CAD/CAM/CAPP систем отсутствуют научно-обоснованные методики обучения и соответствующие учебные пособия для профессионального образования, ориентированные на студентов технических специальностей, не имеющих соответствующей теоретической и практической подготовки по сравнению со специалистами со стажем работы [2].

**Формулирование целей статьи.** В статье рассматриваются возможности использования интегрированных конструкторско-технологических компьютерных систем в процессе технологической подготовки производства, что позволяет совершенствовать проектную деятельность технолога и повышать эффективность его работы. Предложена методика разработки технологической документации и управляющих программ на примере отечественной интегрированной конструкторско-технологической системы ADEM CAD/CAM/CAPP. Рассмотрено содержание подготовки специалистов для работы с этим программным продуктом. Предложенная методика предназначена для подготовки студентов технических специальностей профессиональных образовательных организаций [3,4]. Последовательность освоения порядка проектирования показана на рис. 1.

### Автоматизация разработки технологической документации

Заполнение технологической документации на предприятиях выполняется с различной степенью автоматизации. Наиболее простой прием применения компьютерной техники заключается в последовательном «ручном» заполнении заранее подготовленных шаблонов технологических документов. Как показывает практика, на заполнение технологом карты технологического процесса (КТП) уходит до 65% времени. На основе КТП время заполнения остальных технологических документов выглядит примерно так: титульный лист — до 2%, ведомость технологической документации (ВТД) — до 3%, ведомость оборудования (ВОБ) —

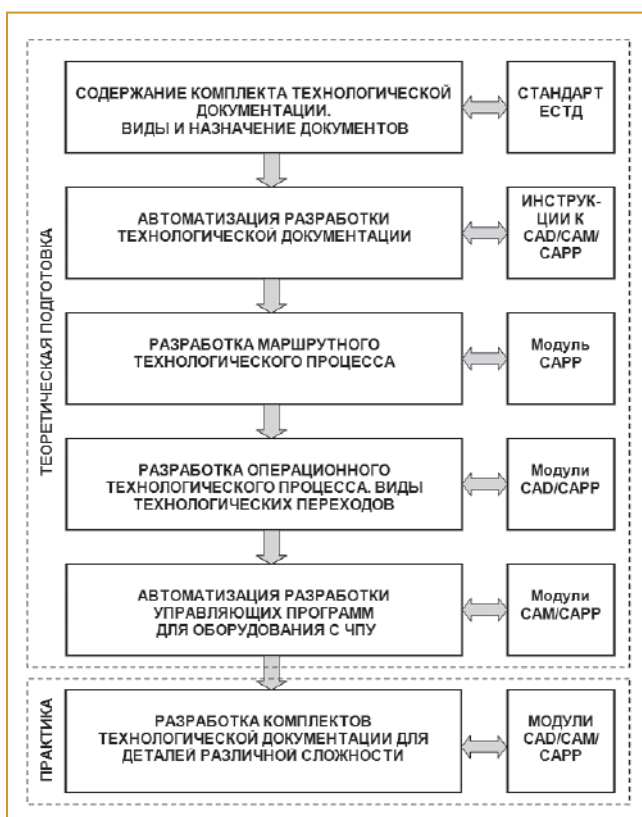


Рис. 1. Схема организации подготовки специалистов для разработки технологической документации в системе CAD/CAM/CAPP

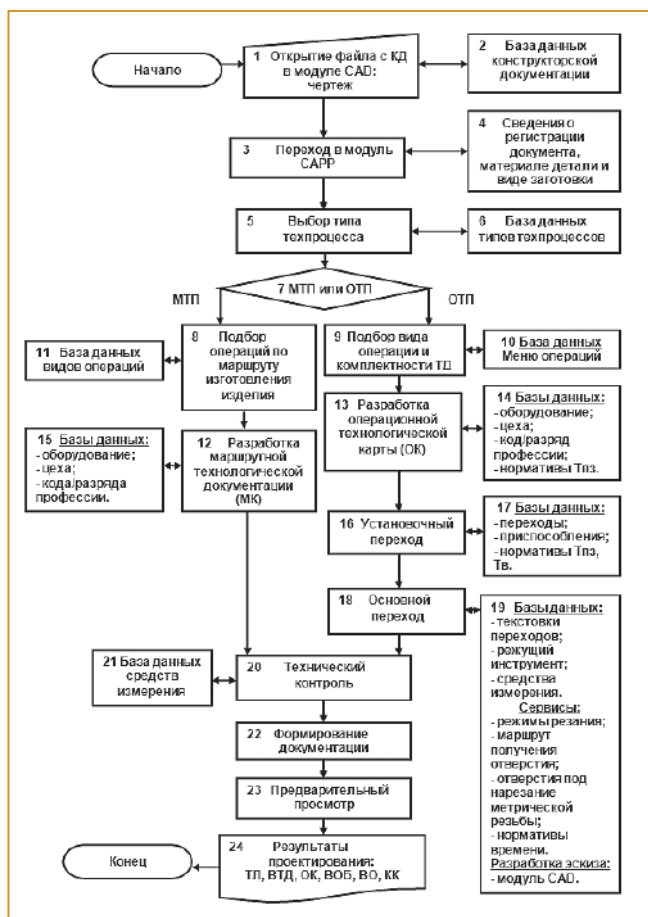


Рис. 2. Блок – схема алгоритма автоматизированной разработки маршрутного и операционного технологического процесса в системе CAD/CAM/CAPP

до 10%, ведомость оснастки (ВО) — до 10%, комплектовочная карта (КК) — до 10% и т. п.

Наиболее эффективно автоматизация технологической подготовки производства реализуется с помощью специальных компьютерных систем ориентированных на разработку технологической документации. При этом технолог разрабатывает только КТП, используя базы данных и сервисные функции программы, а остальные документы готовятся системой в автоматическом режиме. Рабочее время технолога при разработке однотипного задания с применением интегрированной конструкторско-технологической системы сокращается до 5 раз по сравнению с «ручным» способом проектирования. При этом существенно улучшается качество разработанной документации за счет применения возможностей системы, основанной на требованиях ЕСТД и оптимизации технологических решений.

В учебном процессе используется интегрированная конструкторско-технологическая компьютерная система, объединяющая в едином программном пространстве конструкторскую и технологическую составляющие, а также средства разработки управляющих программ для оборудования с УЧПУ — ADEM (Automated Design Engineering Manufacturing, Россия) [5].

<sup>1</sup> Маршрутно-операционный технологический процесс — сокращенное описание технологических операций в маршрутной карте в последовательности их выполнения с полным описанием отдельных операций [2].

## Разработка документации для маршрутного и операционного технологического процесса

**Маршрутный технологический процесс (МТП)** — сокращенное описание всех технологических операций в маршрутной карте в последовательности их выполнения без указания переходов и технологических режимов. Технологическая операция — это законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте. Комплект технологической документации на МТП разрабатывается на основе чертежа детали и, как правило, состоит из следующих документов: титульный лист (ТЛ), ведомости технологических документов (ВТД), маршрутной карты (МК), ведомости оборудования (ВОБ), ведомости оснастки (ВО).

**Операционный технологический процесс (ОТП)** — это полное описание всех технологических операций в последовательности их выполнения с указанием переходов и технологических режимов. Режим подготовки комплекта технологической документации реализуется через подробную разработку операции в диалоге с системой, которая через диалоговые таблы направляет работу технолога с базами данных и сервисными функциями, за разработчиком остается право выбора предлагаемых системой технологических решений оформленных в соответствии с требованиями ЕСТД.

Предложен алгоритм автоматизированной разработки технологической документации МТП и OTP для универсального оборудования (рис. 2), предназначенный для использования в учебном процессе. Алгоритм реализует дедуктивный принцип обучения (от общего к частному) в подготовке пользователей CAD/CAM/CAPP — систем, который является наиболее эффективным при освоении программных продуктов.

Данный алгоритм применим также для автоматизированной разработки технологической документации маршрутно-операционного технологического процесса<sup>1</sup>.

## Автоматизация разработки управляющих программ для оборудования с ЧПУ

Алгоритм автоматизированной подготовки OTP для оборудования с ЧПУ представлен на рис. 3 [6].

Система автоматически готовит комплект технологической документации включающий; титульный лист (ТЛ), ведомость технологической документации (ВТД), операционную карту (ОК), ведомость оборудования (ВОБ), ведомость оснастки (ВО), комплектовочную карту (КК), карту эскизов (КЭ), текст управляющей программы (УП), лист изменений (ЛИ).

## Практикум по разработке комплектов технологической документации

Практические занятия проводятся на АРМ, оснащенных компьютерной техникой с установленной одной из версий соответствующего программного продукта. В условиях организации малозатратной подготовки обучаемых можно использовать свободно распространяемую учебную версию программы ADEM 9.0 student, которая, в том числе,

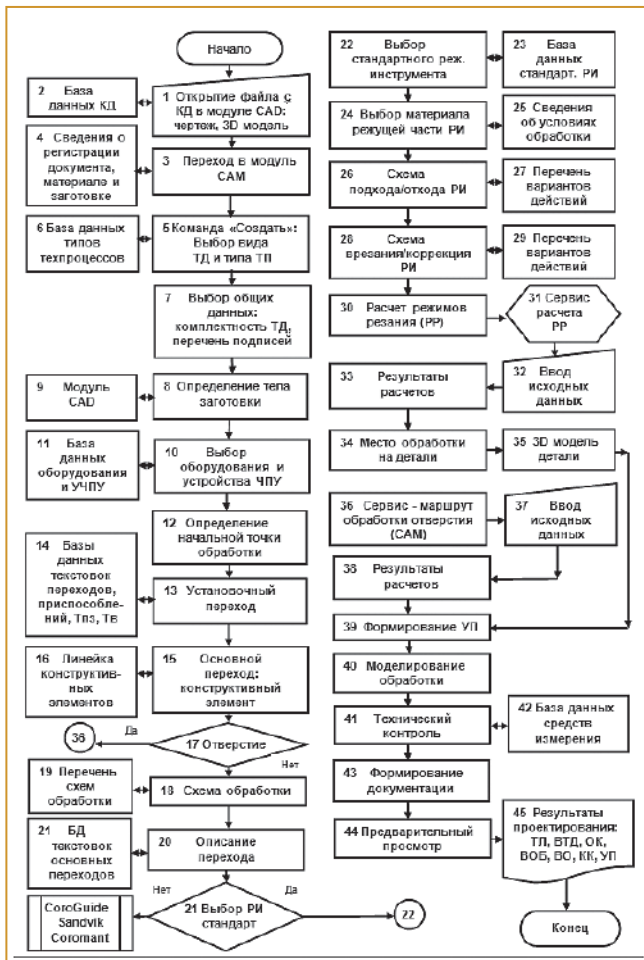


Рис. 3. Алгоритм разработки управляющей программы и технологической документации для выполнения обработки на оборудовании с ЧПУ

РИ – режущий инструмент; ТД – технологическая документация; ТП – технологический переход; КД – конструкторская документация; РР – режимы резания; Тпз – подготовительно-заключительное время; Тв – вспомогательное время

может использоваться студентами для самостоятельной подготовки.

При организации практических занятий по закреплению знаний и умений по изучаемому материалу реализуется дидактический принцип систематичности и последовательности [7]. Задания разрабатываются и выполняются с нарастающей степенью сложности:

- начальный уровень – проектирование обработки деталей простой формы (число конструктивных элементов – 4...6 ед.) по 8...11 квалитетам точности;
- базовый уровень – проектирование обработки деталей средней формы (число конструктивных элементов – 8...10 ед.) по 7...10 квалитетам точности;
- углубленный уровень – проектирование обработки деталей сложной формы (число конструктивных элементов –  $\geq 12$  ед.) по 6...7 квалитетам точности.

**Колошклина Инна Евгеньевна** – заместитель начальника технологического отдела Брянского завода промышленной автоматики, аспирант Брянского государственного технического университета.  
 Контактный телефон 8 (953) 271-19-21.  
 E-mail: inna.koloshkina@yandex.ru

Эффективность подготовки по предлагаемой методике проверена на практике и позволяет обеспечить полноценное обучение студентов с различной степенью подготовки и способностями.

### Заключение

К числу преимуществ применения описанных компьютерных систем при технологической подготовке производства следует отнести:

- сокращение сроков технологического проектирования до 5 раз;
- высокое качество документации, выполненной в соответствии с требованиями ЕСТД;
- многовариантность и возможность выбора технологических решений;
- оптимизация технологических решений.

### Преимущества предложенной методики:

- систематизация автоматизированной разработки технологической документации и управляющих программ для оборудования с ЧПУ;
- сокращение времени технологической подготовки производства деталей на универсальном оборудовании и станках с ЧПУ;
- сокращение времени подготовки технолога для работы в CAD/CAM/CAPP системе для решения сложных технологических задач;
- минимизация «рутинной» работы технолога, совмещение им обязанностей программиста;
- повышение эффективности принимаемых технологических решений.

### Список литературы

1. Быков А.В., Силин В.В., Семенников В.В., Феоктистов В.Ю. ADEM CAD/CAM/TDM. Черчение, моделирование, механообработка. СПб.: БХВ – Петербург. 2003. 320 с.
2. Селезнев В.А. Интегрированные компьютерные конструкторско-технологические CAD/CAM системы в подготовке квалифицированных рабочих // Информационные технологии в проектировании и производстве. 2012. №2. С. 36-40.
3. Селезнев В.А., Федотов В.А. Информационная и практическая подготовка специалиста технического профиля // Профессиональное образование. Столица. 2015. №4. С. 34-37.
4. Колошклина И.Е. Автоматизация разработки технологической документации // Информационные технологии в проектировании и производстве. 2019. №2. С. 56-61.
5. Колошклина И.Е., Селезнев В.А. Инженерная графика. CAD: учебник и практикум для академического бакалавриата. (Серия: Бакалавр. Академический курс). М.: Изд. Юрайт. 2019. 220 с.
6. Аверченков А.В., Колошклина И.Е., Шентунов С.А. Наукоёмкая технология обработки заготовок на станках с ЧПУ и программирование в САМ-системе // Наукоёмкие технологии в машиностроении. 2019. №4 (94).
7. Аверченков А.В., Колошклина И.Е., Шентунов С.А. Формирование компетенций специалистов в наукоёмких технологиях подготовки производства // Наукоёмкие технологии в машиностроении. 2019. №6 (96). С. 22-29.