ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М. А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»

Кафедра Конструирования и производства радиоэлектронных средств_

Утверждаю
Заведующий кафедрой
к.т.н., доцент

«____» _____ 201 года

ЛЕКЦИЯ

по дисциплине «САПР технологических процессов производства электронных средств»

Тема №3 Основные методы проектирования технологических процессов

Занятие № 4 Методы проектирования технологических процессов с использованием ЭВМ

Обсуждена на заседании кафедры
Протокол № ___ от
«____» _____ 201 года

Санкт-Петербург
2018

I. Учебные цели

1. Изучить метод прямого документирования, сущность параметрического метода, а также метод использования аналогов, на основе типизации и синтеза при проектировании технологических процессов
2. Дать студентам понятие о .

II. Воспитательные цели

1. Воспитание чувства ответственности за качественное освоение изучаемой дисциплины.
2. Поднять творческую составляющую обучения.

III. Расчет учебного времени

Содержание и порядок проведения лекции	Время, мин
Вступительная часть. Основная часть (текст лекции) Учебные вопросы: 1. Основные методы проектирования технологических процессов с использованием ЭВМ. 1.1. Метод адресации при проектировании технологических процессов. 1.2. Метод синтеза при проектировании технологических процессов. 2. Частные случаи методов проектирования ТП. 2.1. Частные случаи проектирования технологических процессов методом синтеза. 2.2. Частные случаи проектирования технологических процессов методом анализа. Заключение.	3
Заключительная часть	2

IV. Литература

1. Системы автоматизированного проектирования автомобилей и тракторов: Конспект лекций/Составил Абрамов А.Е. – Ульяновск: ФГОУ ВО Ульяновская ГСХА, 2016. – 104 с.
2. Долгов Е. Н. Современные САПР ТП и основные направления их совершенствования (статья).

V. Учебно-материальное обеспечение

Наглядные пособия (схемы):

1. Наглядные пособия: Слайды.
2. ТСО: ПЭВМ, мультимедиа-проектор

VI. Текст лекции

Введение

Проектирование любого технологического объекта — *создание, преобразование и представление в принятой форме образа этого еще не существующего объекта*. Образ объекта или его составных частей может создаваться в воображении человека в результате творческого процесса или генерироваться в соответствии с некоторыми алгоритмами в процессе взаимодействия человека и ЭВМ. Проектирование включает в себя разработку технического предложения и (или) технического задания (ТЗ), отражающих эти потребности, и реализацию ТЗ в виде проектной документации.

Этапы проектирования состоят из отдельных проектных процедур, которые заканчиваются частным проектным решением. Типичными для проектирования ПСМ процедурами являются *анализ* и *синтез* описаний различных уровней и аспектов.

Процедура анализа состоит в определении свойств заданного (или выбранного) описания. Примерами такой процедуры могут служить расчет частотных или переходных характеристик электронных схем, определение реакции схемы на заданное воздействие. *Анализ позволяет* оценить степень удовлетворения проектного решения заданным требованиям и его пригодность.

Процедура синтеза заключается в создании проектного решения (описания) по заданным требованиям, свойствам и ограничениям. Например, широко используются при проектировании ПСМ процедуры синтеза электронных схем по их заданным характеристикам в частотной или временной области. При этом в процессе синтеза может создаваться структура схемы (структурный синтез) либо определяться параметры элементов заданной схемы, обеспечивающие требуемые характеристики (параметрический синтез).

Процедуры *анализа* и *синтеза* в процессе проектирования тесно *связаны между собой*, поскольку обе они направлены на создание приемлемого или оптимального проектного решения.

1. Основные методы проектирования ТП с использованием ЭВМ

Процесс формирования ТП в общем случае – совокупность процедур структурного и параметрического синтеза с принятием и последующим анализом проектных решений. Принятие решения по каждой задаче, за исключением задач расчетного характера, производится в результате выбора известных типовых решений

с учетом условий применимости. Для этого достаточно описать весь набор типовых решений, а также условий, при которых может быть выбрано каждое из решений.

Различают два основных метода проектирования технологических процессов:

1. ***Метод адресации*** к унифицированным (типовым или групповым) технологическим процессам.
2. ***Метод синтеза*** технологических процессов.
3. ***Поиск детали аналога и заимствование процесса на деталь-аналог.***

В самом обобщенном случае методы проектирования технологических процессов можно представить в виде структуры на рисунке 1.

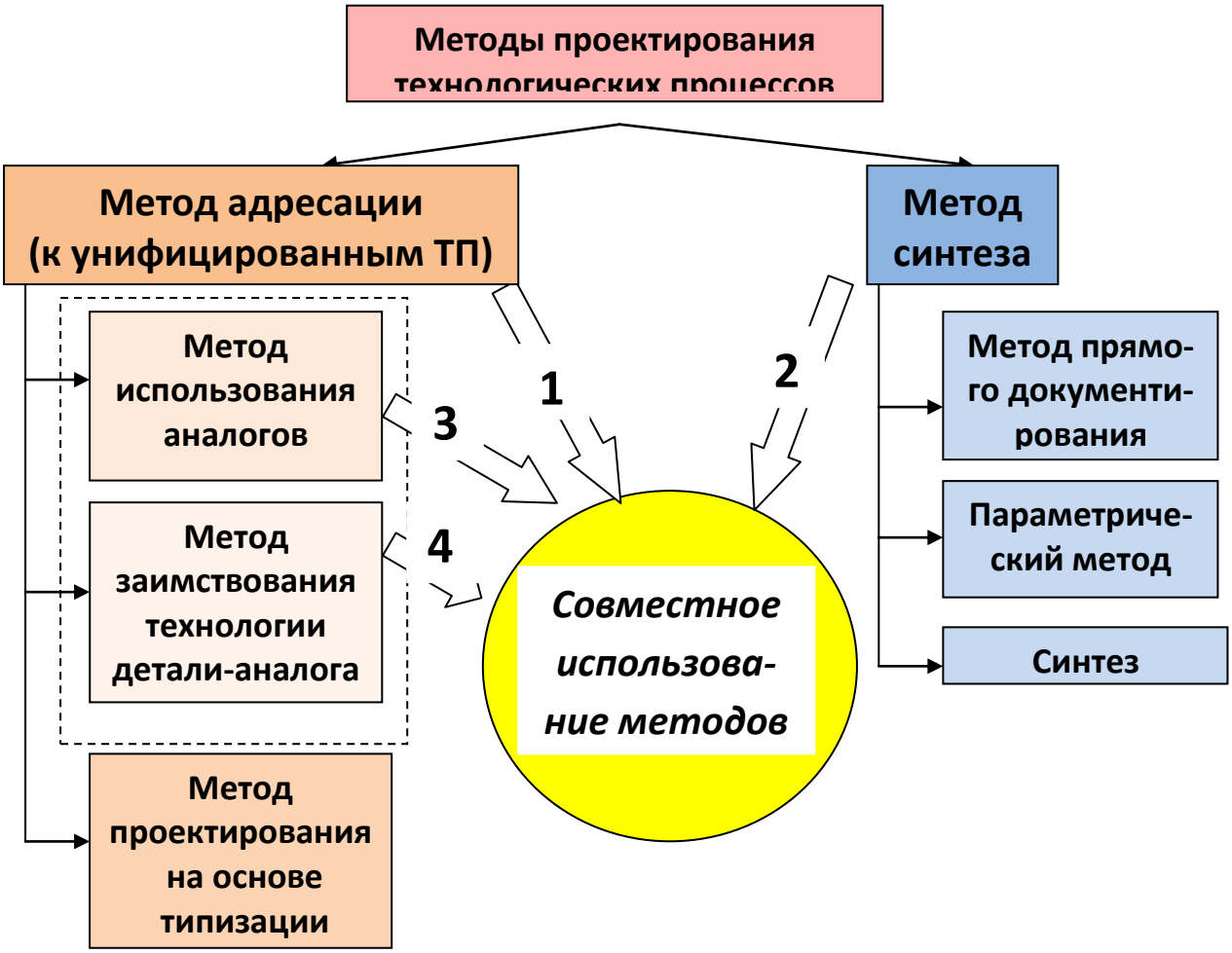

Рис. 1. Обобщенная структура методов проектирования.

1.1. Метод адресации при проектировании технологических процессов

Метод адресации - это метод основанный на использовании метода групповой обработки деталей и организации группового производства. Для этого метода характерна высокая типизация решений. Предельная типизация решений достигается при использовании типовых ТП. Разновидностью метода адресации является

метод, основанный на заимствовании существующих ТП на основе поиска деталей - аналогов.

Общая схема проектирования методом адресации показана на рисунке 2.

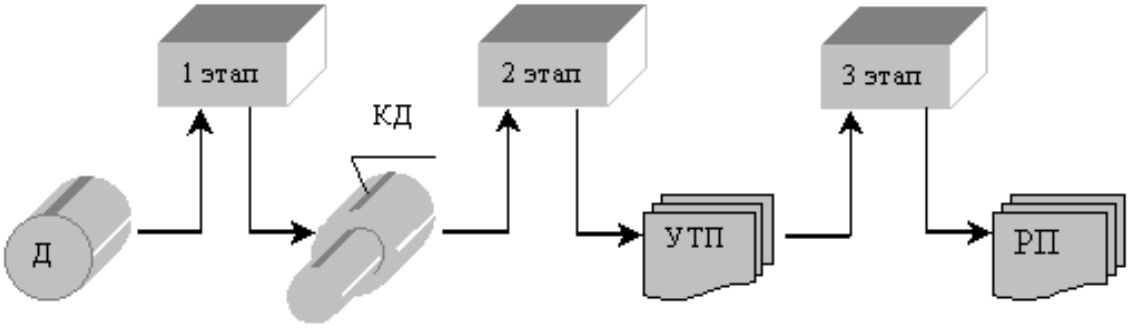

Рис. 2. Общая схема проектирования методом адресации

Д - модель детали.

КД - модель комплексной детали.

УТП - унифицированный технологический процесс.

РП - рабочий ТП.

Модель *k* - ой комплексной детали - это описание множества деталей, которые можно обработать на *k-м* УТП.

1 этап проектирования - предназначен для поиска (адресации) комплексной детали. Результатом выполнения этого этапа является номер выбранной комплексной детали.

2 этап проектирования - предназначен выборки из базы данных модели унифицированного технологического процесса для найденной комплексной детали.

3 этап проектирования - предназначен для настройки унифицированного технологического процесса на обработку заданной детали. На этом этапе модель УТП преобразуется в модель рабочего технологического процесса, по которому будет обработана заданная деталь.

Достоинства метода адресации:

1. Работает быстро, так как метод основан на типизации решений.

2. Используются все достоинства метода групповой обработки деталей и организации группового производства такие как:

- Использование высокопроизводительного оборудования при малых партиях деталей.
- Специализация рабочих мест.
- Эффективная организация и планирование производства.

Ограничение метода адресации: Использование этого метода возможно лишь в условиях, когда на Использование этого метода возможно лишь в условиях, когда на предприятии имеется развитая групповая технология.

1.2. Метод синтеза при проектировании технологических процессов

Метод синтеза является универсальным методом, предназначенным для проектирования технологических процессов на детали и сборочные единицы для любых изделий.

В основе метода лежит положение о том, что процесс проектирования технологических процессов является много уровневым и итерационным. Наиболее общие решения принимаются на первом уровне. Далее происходит оценка и отбор полученных вариантов по какому либо критерию. Полученные варианты участвуют в принятии решения на втором уровне и так далее. При уточнении ранее принятых решений может оказаться, что эти не могут быть использованы, поэтому необходим возврат к предшествующим уровням, т. е. возникает обратная связь, необходимая для осуществления итерационных процессов.

2. Частные случаи методов проектирования технологических процессов

По *уровню решаемых задач* типовые решения подразделяются на две группы: *локальные и глобальные*. *Локальное типовое решение* относится к частной технологической задаче, определяющей технологический элемент (например, модель станка при назначении станка на операцию). *Глобальное типовое решение* охватывает весь круг решаемых задач. Примером такого решения является типовой ТП изготовления деталей определенного типа, выбранный из множества типовых ТП.

Учитывая характер решаемых задач (расчетные или нерасчетные), разновидности типовых решений (локальные или глобальные), используемые уровни унификации обработки, можно выделить *следующие методы автоматизированного проектирования ТП*:

1) *прямое документирование*;
2) *параметрический*;
3) *синтез*;
4) использование аналогов;
5) проектирование на основе типизации, или унифицированных ТП.

2.1. Частные случаи проектирования технологических процессов методом синтеза

Частными случаи проектирования технологических процессов методом синтеза являются: ***метод прямого документирования; параметрический метод и*** собственно ***синтез.***

Метод прямого документирования использует средства оформления документации, отбора информации из базы данных и предоставляет технологу следующие возможности:

- набора и корректировки текста проектного документа в специализированном редакторе;
- просмотра и распечатки данных, копирования, удаления записей по одной и блоками, нумерации переходов и операций;
- обращения к справочникам, базам данных средств оснащения, типовых текстов, нормативов;
- подключения новых справочных информационных массивов;
- формирования архива и работы с ним;
- автоматического формирования технологической документации.

Как видно из перечня выполняемых функций, уровень автоматизации очень низкий, а проектирование – трудоемкий процесс. При данном методе не требуется специальное описание информации о детали. Технолог работает с чертежом детали, как и в случае ручного проектирования, и все решения принимает сам. Ясно, что этим методом можно получить ТП на любую деталь.

Сущность параметрического метода заключается в разделении функций между ЭВМ и человеком. Технологическое проектирование в этом случае состоит из двух этапов.

Первый этап – безмашинное проектирование ТП. На этом этапе вручную решаются следующие трудноформализуемые творческие по характеру задачи:

- формирование структуры ТП (технологического маршрута и последовательности переходов в операциях);
- выбор модели оборудования и методов обработки;
- выбор технологических баз, схем установки и типов приспособлений;
- установление размерной структуры ТП и технических требований на расположение поверхностей.

Второй этап – автоматизированное проектирование параметров ТП и отдельных операций. Он начинается с ввода в ЭВМ информации о детали (наименование, материал, твердость, покрытие и т.д.), структуре ТП (номер, наименование

операций, переходов), размерной структуре. Затем в автоматическом режиме решаются следующие задачи проектирования:

- расчет припусков на обработку, операционных размеров и допусков на них;
- – выбор средств технологического оснащения (режущего, вспомогательного и измерительного инструментов);
- расчет режимов резания и норм времени;
- формирование документации;
- формирование информации для АСУП.

Системы автоматизированного проектирования рассматриваемого типа легко адаптируются к производственным условиям, требуют введения небольшого объема исходных данных и легко воспринимаются технологами. С их помощью можно проектировать ТП для широкой номенклатуры деталей, включая и сложные. Однако эффективность решений в таких системах во многом зависит от квалификации технолога.

Как и в случае прямого документирования, здесь не требуется специальное описание информации о детали. Данные о детали и заготовке, необходимые для выполнения расчетов, вводятся по запросу системы в диалоговом режиме.

Системы параметрического проектирования являются автоматизированными системами низкого уровня, с которых целесообразно начинать автоматизацию технологического проектирования. Они помогают быстрее снять так называемый психологический барьер, существующий между технологом и вычислительной техникой, отработать организацию работ на предприятии при проектировании ТП с помощью ЭВМ, создать, отладить и освоить базы данных технологического назначения.

Метод синтеза. Для *оригинальных деталей* используется метод синтеза. Базу метода составляют *локальные типовые решения*. Технологический процесс в целом формируется (синтезируется) из решений частных задач, определяющих элементы ТП. Частные задачи решаются по-разному: в диалоге (автоматизированное проектирование) или по алгоритмам из базы знаний экспертной системы. Это деление определяется уровнем участия человека при принятии решения в процессе проектирования. При диалоговом проектировании технолог все определяющие решения (о структуре и параметрах ТП, операций, переходов, об оборудовании и оснащении) принимает самостоятельно, а ЭВМ оказывает ему методическую, организационную и информационную помощь.

Метод прямого документирования, *параметрический* и, как видно уже из названия*, синтез ТП* относятся к группе *методов проектирования синтезом*. В

этих случаях ТП создается, составляется, синтезируется из типовых решений либо с использованием, либо без использования баз знаний.

2.2. Частные случаи проектирования технологических процессов методом анализа

Частными случаи проектирования технологических процессов методом анализа являются: *метод использования аналогов и метод проектирование на основе типизации, или унифицированных технологических процессов*.

Метод использования аналогов. В основу метода использования аналогов положен принцип заимствования ранее принятых технологических решений. В процессе эксплуатации системы проектирования накапливаются типовые, групповые и единичные технологии, унифицированные операции, планы обработки конструктивных элементов и поверхностей. При формировании текущей технологии пользователю предоставлен доступ к соответствующим архивам и библиотекам, хранящим накопленные решения. Схема автоматизированного получения ТП в этом случае будет следующая:

деталь → деталь-аналог → процесс на деталь-аналог → процесс на деталь.

Для нахождения детали-аналога необходимы анализ чертежа детали и определение класса, группы детали по конструктивным и технологическим признакам. Выбор детали-аналога и ТП на эту деталь производится по сформированному коду или текстовому описанию детали. ТП на деталь-аналог подвергается преобразованию на основе информационной модели текущей детали: структура ТП преобразовывается путем исключения лишних структурных элементов ТП (операций, переходов) или внесения необходимых элементов, если в ТП детали-аналога такие элементы структуры отсутствуют. Все эти действия выполняются по методике прямого документирования. Метод аналога чаще применяется при проектировании ТП для деталей типовых форм, отличающихся только размерами (например, одновенцовые зубчатые колеса, валы-шестерни).

Метод требует ввода информации о детали на уровне конструкторско-технологического кода. Уровень автоматизации низкий, повышается производительность труда технолога, сокращаются сроки и трудоемкость технологической подготовки производства.

Метод проектирования на основе типизации и **метод использования аналогов** называют также методом анализа, или *адресации*. После ввода описания детали находится технологический процесс на аналогичную деталь или унифици-

рованный ТП на комплексную деталь. Комплексная деталь –это абстрактная деталь, включающая все поверхности деталей, входящих в группу подобных деталей. Далее для формирования индивидуального ТП необходимо организовать вторую процедуру – анализ и доработку найденного аналогичного или унифицированного ТП на комплексную деталь в соответствии с чертежом текущей детали. В методе типизации используются все три уровня унификации обработки, и метод воплощает идею «от общего к частному».

Проектирование на основе унифицированных ТП является основным методом проектирования ТП при эксплуатации гибких производственных систем. Применение этого метода дает наибольший эффект при наличии на производстве групповых и типовых ТП, т.к. метод не нарушает существующей специализации производственных подразделений, упрощает процесс проектирования САПР, не требует трудноформализуемых процедур синтеза новых структур.

Проектирование ТП на основе заимствования технологии детали-аналога.

В этом методе в первую очередь выполняют *поиск детали-аналога*. Поиск детали-аналога можно осуществить 2 способами:

1. Вручную (по децимальному номеру в архиве).

2. На ЭВМ с помощью информационно-поисковой системы (ИПС).

Поиск на ЭВМ может осуществляться по общим характеристикам детали; например: габариты (длина, диаметр, ширина), форма по коду ЕСКД. Необходимо чтобы все детали были закодированы и занесены в базу данных. Но на большинстве предприятий нет баз данных с характеристиками деталей. Накопление БД будет происходить постепенно. Чем полнее будет база данных, тем выше вероятность нахождения поиска детали-аналога. Количество деталей в базе может достигать сотни тысяч. Трудоемкость создания такой базы зависит от полноты информации о детали, которая заносится в базу данных. Наиболее просто заполнить БД только по общим характеристикам. Результаты поиска будут возможно не совсем точным, т.е. могут выбраться детали не очень подобные, но зато сам поиск будет идти достаточно быстро. Если выполнять полное кодирование деталей, то поиск будет выполняться более точно, однако трудоемкость заполнения такой базы данных будет весьма высокой.

Если найдены детали-аналоги, то технология их изготовления не всегда может подойти для заданной детали.

Во-первых, деталь-аналог может иметь устаревшую технологию ее изготовления. В технологическом процессе может использоваться технологическое оснащение, которое уже отсутствует на предприятии.

Во-вторых, если партии детали-аналога и проектируемой детали сильно отличаются, то найденный процесс трудно будет заимствовать

Если процесс найден и может быть использован, то целесообразно вернутся к САПР ТП, в которой используется метод адресации и отредактировать найденный ТП применительно к заданной детали.

Совместное использование методов. Так как каждый метод имеет свои ограничения, то целесообразно использовать их совместно. Методы проектирования целесообразно использовать в следующей последовательности (см. рис. 1):

- Метод адресации.
- Метод синтеза.
- Поиск детали аналога и заимствование процесса на деталь-аналог.

Если при проектировании методом адресации не удалось спроектировать ТП, то необходимо переходить к методу синтеза. Если технолога постигла неудача при использовании метода синтеза ТП, то целесообразно осуществить поиск детали-аналога и постараться заимствовать технологический процесс на деталь-аналог. Если процесс найден и может быть использован, то целесообразно вернутся к САПР ТП, в которой используется метод адресации и отредактировать найденный ТП применительно к заданной детали.

Заключение

Применение ЭВМ и других технических достижений последних лет позволяет создавать принципиально новые производства высокой гибкости, быстрой приспособляемости к меняющимся условиям производства. Эта гибкость определяется следующими характерными особенностями указанных производств: способностью к быстрой переналадке; возможностью перемещения заготовок со станка на станок в любом направлении; непрерывным оперативным воздействием на работу всей системы с целью поддержания технологического процесса на наиболее высоком уровне, как по производительности, так и по качеству продукции; возможностью проектирования технологических процессов и программирования обработки с помощью ЭВМ, например, с помощью САПР-ТП или САМ.

Разработал:
доцент кафедры, к.п.н.

В. Мордовин

«____» _____ 201 года

Рецензировал:

«____» _____ 201 года