Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

Кафедра Конструирования и производства радиоэлектронных средств

Дисциплина: «САПР технологических процессов производства электронных средств»

ТЕМА 1: «Роль и место САПР ТП в системе технологической подготовки производства»

Лекция №1. «Основные понятия САПР технологических процессов»

(2 часа)

Доцент кафедры, к.п.н.,

Мордовин В.Н.

2018 г.

СПб ГУТ)))

Учебные вопросы

1. Основные задачи и понятия технологии производства ЭС.

1.1. Основные понятия технологии производства ЭС.

1.2. Построение технологического процесса.

2. Порядок проектирования и виды технологических процессов.

2.1. Виды технологических процессов.

3. Технологическая документация.

3.1. Стадии разработки документации.

3.2. Виды технологических документов.

Литература

1. Технология производства электронных средств: учебное пособие / О.А. Воронина, В.А. Лобанова. – Орел: ОГУ имени И.С. Тургенева, 2016.

2. Технология электронных средств : учебник / Ю. Д. Лазутин, В. П. Корячко, В. В. Сускин. — М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2013.

ВВЕДЕНИЕ

- Целью САПР ТППЭС является *изучение способов решения задач создания единой электронной среды для совместной разработки изделия, подготовки производства*, обеспечивающей полную информацию, необходимую для поддержки всех этапов ЖЦИ.

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать:

- технологические процессы создания электронных средств в нескольких автоматизированных режимах;

уметь:

- осуществлять расчёт режимов резания, сварки и других технологических параметров;

- автоматически формировать все необходимые комплекты технологической документации в соответствии с ГОСТ РФ и стандартами, используемыми на предприятии (требуется дополнительная настройка);

владеть:

- современными пакетами программ технологической подготовки производства.

Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры
			8 (приём (приём 201
Общая трудоемкость	**_5___ ЗЕТ**	**180**	**180**
Аудиторные занятия (контактная работа с обучающимися) всего		**66**	**66**
В том числе:			
Лекции		26	26
Практические занятия (ПЗ)		22	22
Лабораторные работы(ЛР)		18	18
Самостоятельная работа (всего)		**78**	**78**
Вид промежуточной аттестации: Экзамен		**36**	**36**

1. Основные задачи и понятия технологии производства ЭС

Наука об изготовлении изделий требуемого качества в установленном производственной программой количестве и в заданные сроки при наименьших затратах живого и овеществленного труда называется ***технологией***.

Производственный процесс — совокупность действий, людей и орудий труда, в результате которых поступающие на предприятие исходные материалы, сырье, заготовки превращаются в готовую продукцию согласно техническим условиям.

Подготовка производства состоит из четырех основных этапов:

1) научно-исследовательского и опытно-конструкторского;

2) экспериментального (лабораторного);

3) технологического;

4) организационно-производственного.

1.1. Основные понятия технологии производства ЭС

- ***Конструктив*** – конструктивно законченная часть изделия определенного назначения (печатная плата, компонент, корпус блока, объемный проводник и др.).
- Под ***компоновкой*** следует понимать взаимную ориентацию конструктивов ЭС относительно друг друга в ограниченном пространстве.
- ***Объект производства*** представляет собой материальный предмет или совокупность предметов, на которые направлены действия в сфере производства для получения готового изделия.
- ***Деталью*** следует называть конструктив, который невозможно разобрать (разъединить) на части без его повреждения (например, печатная плата, винт, резистор и др.). Деталь может быть комплектующим изделием, но *самостоятельно не используется*, а только в составе изделия, для которого она предназначена.

Сборочная единица (узел) – конструктив, составные части которого подлежат соединению на предприятии-изготовителе с применением сборочных (или сборочно-монтажных) операций. Сборочный узел может быть комплектующим изделием (если поставляется предприятию-изготовителю), но *используется только в составе изделия*, для которого он предназначен.

Периферийное оборудование ЭВМ (или внешние устройства) представляет собой совокупность технических средств (не связанных непосредственно с преобразованиями информации, выполняемыми центральным микропроцессором), обеспечивающих подготовку, ввод-вывод, хранение и передачу информации по линиям связи и другие функции. Совокупность основного и периферийных устройств ЭВМ называется комплексом ЭС.

Комплект – это несколько изделий, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера как при изготовлении ЭУ, так и при его эксплуатации.

Технология (дословно с греческого языка) – это *наука об искусной деятельности*, а в **общем представлении** – это *глобальная сфера научно-прикладной деятельности, направленной на создание эффективной продукции*. Применительно к сфере **производства электронных устройств**, технология является *объектом научной и видом практической деятельности, направленных на создание и реализацию наиболее эффективных и экономичных методов и средств превращения исходных материальных предметов в готовое изделие*.

Технология производства ЭС базируется на микроэлектронной технологии, а также методах и способах создания отдельных конструктивов с применением технологий приборостроения и прочих (лазерной, компьютерной и др.).

Технология сборки направлена на получение механических соединений между конструктивами.

Технология монтажа направлена на получение электрических соединений между конструктивами.

Вещество – простейший вид материи с ненулевой массой покоя.

Конструкционные материалы – это материалы, из которых состоит конструкция изделия, включая все его конструктивы.

Технологические материалы различают следующие:

- ***основные***, которые непосредственно участвуют в процессе изготовления изделия, то есть количественно и (или) качественно изменяют состояние объекта производства;
- ***вспомогательные***, которые контактируют с объектом производства и способствуют реализации технологии, но не влияют на состояние объекта, а также материалы рабочих частей технологического оборудования.

Технологическая среда – совокупность технологических материалов и воздействий, направленных на требуемое изменение состояния объекта производства во время изготовления изделия (условие реализации технологии).

Внутрикорпусная среда – среда, ограниченная стенками, основанием и крышкой корпуса (в полых корпусах), то есть отделенная от окружающей и внешней сред.

Элемент конструктива – неразделимая часть конструктива (которую нельзя демонтировать и заменить), например, у печатной платы элементами являются электропроводящие дорожки, контактные площадки и др.; у корпусированной ИС элементами являются кристалл, тело корпуса, выводы и др.

Компонент конструктива – часть конструктива, которая до его изготовления была самостоятельным изделием и которую можно демонтировать и заменить при изготовлении конструктива, либо после его изготовления. Например, ИС, резисторы, объемные соединители и др.

Микросистема (МС) – объединенная на одной подложке (или в одном объеме) функциональная система (со сложной функциональной структурой) или устройство с минимальными размерами всех компонентов.

Производственный процесс — совокупность всех действий людей и орудий производства, необходимых на данном предприятии для изготовления или ремонта выпускаемых изделий. Включает в себя подготовку производства.

Производственный процесс делится на **основной** и **вспомогательный**. К *основному* производственному процессу относятся процессы изготовления продукции, предусмотренной планом; к *вспомогательному* – процессы изготовления оснастки, ремонта оборудования, энергоснабжения и др.

Технологический процесс (ТП) – часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и (или) последующему определению состояния предмета труда.

Основной частью технологического процесса является ***технологическая операция (ТО)*** – законченная часть технологического процесса, выполняемая непрерывно на одном рабочем месте.

1.2. Построение технологического процесса

Построение технологического процесса и степень его детализации зависят от *типа производства* – ***единичного, серийного и массового***.

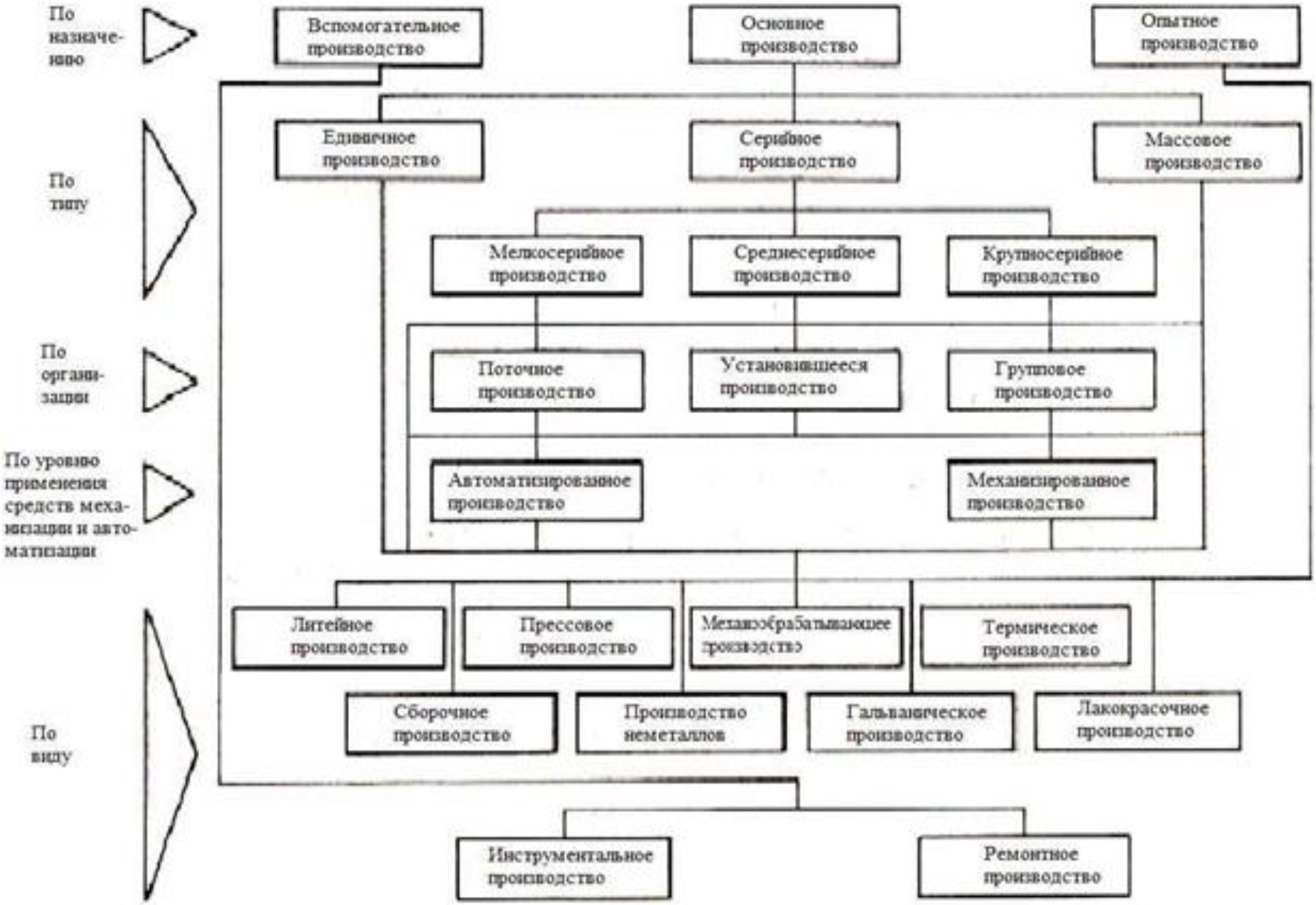
Единичное производство характеризуется *малым* объемом выпуска одинаковых изделий, повторное изготовление и ремонт которых, как правило, не предусматриваются.

Серийное производство характеризуется *изготовлением* или ремонтом изделий, *периодически повторяющимися* партиями.

В зависимости от количества изделий в партии *различают* ***мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное*** производство.

Массовое производство характеризуется *большим объем*ом выпуска изделий, *непрерывно изготовл*яемых или ремонтируемых *продолжительное время*, в течение которого на большинстве рабочих мест *выполняется одна* рабочая операция.

Классификация производств



Коэффициент закрепления операции:

Важной характеристикой производства является *коэффициент закрепления операции*:

$$Кз.о. = О/Р,$$

- где ***О*** – число различных технологических операций, выполненных или подлежащих выполнению в течение месяца;
- ***Р*** – число рабочих мест.
- При ***Кз.о. = 20 – 40*** производство ***мелкосерийное***;
- при ***Кз.о. = 10 – 20*** – ***среднесерийное***;
- при ***Кз.о свыше 1 – 10 – крупносерийное***.
- Для ***единичного*** производства ***Кз.о не регламентируется***;
- для ***массового производства Кз.о. = 1***.

2. Порядок проектирования и виды технологических процессов

Основой деятельности технолога на предприятии является следующее:

– отладка производственных процессов изготовления новых изделий;

– разработка технологических процессов (ТП) на выпускаемые предприятием изделия;

– конструирование необходимой для их изготовления специальной технологической оснастки;

– разработка ТП на изготовление этой оснастки.

Технологическая подготовка производства (ТПП) включает в себя комплекс следующих работ:

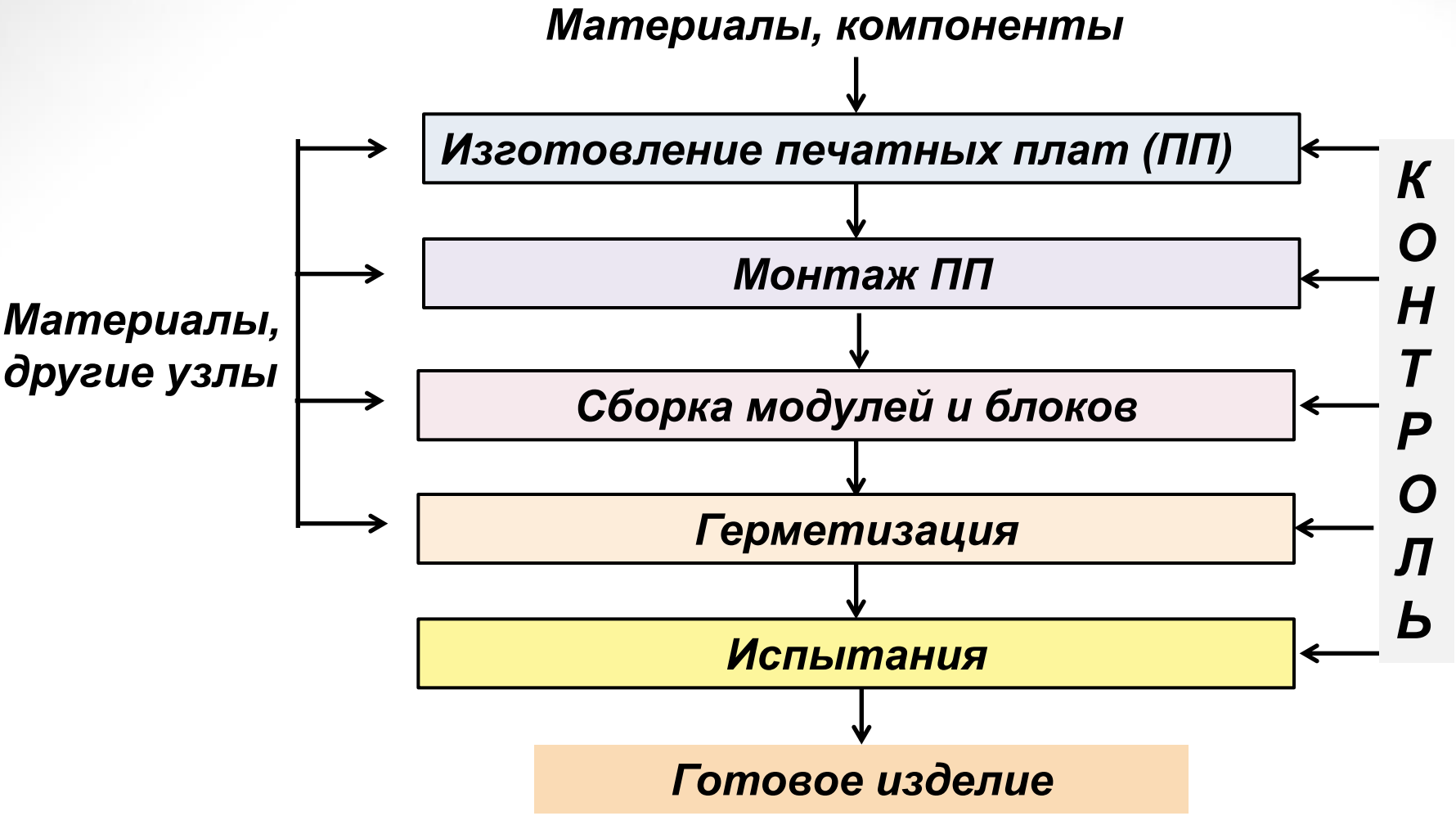
– отработка, анализ изделия на технологичность;

– проектирование перспективных ТП;

– проектирование элементов производственной системы;

– проектирование рабочих ТП.

Технологический процесс изготовления электронных средств

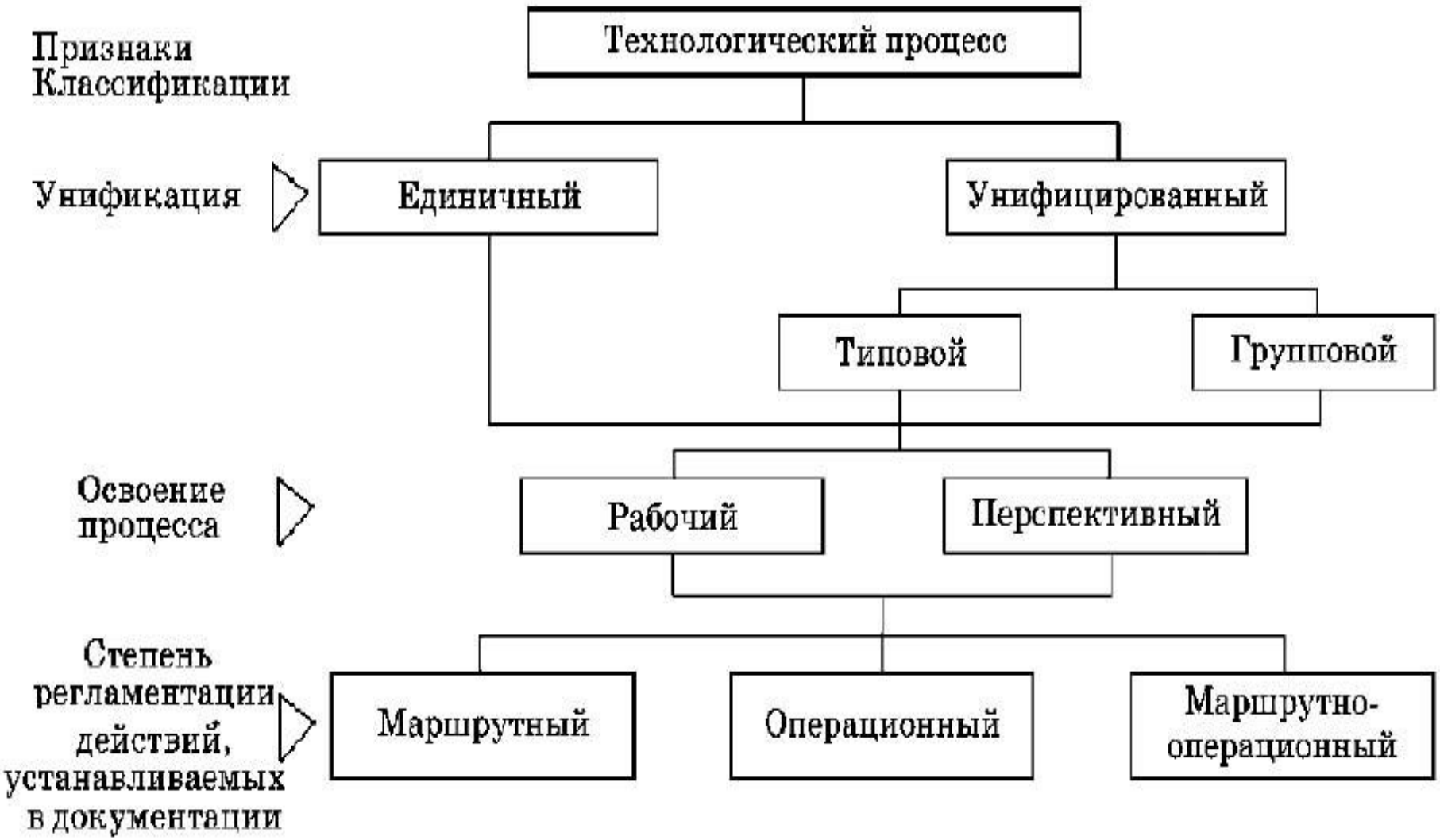


Исходными данными для проектирования технологических процессов являются :

- чертеж детали и общие виды изделий;
- спецификация всех деталей;
- монтажные и полумонтажные схемы (для сборки);
- технические условия на наиболее ответственные детали;
- сборочные единицы и изделия;
- размер производственного задания;
- руководящие технические материалы (данные об оборудовании, типовые технологические процессы и др.).

2.1. Виды технологических процессов

Классификация технологических процессов



Единичные ТП разрабатываются для изготовления опытного образца изделия.

Перспективный процесс разрабатывается как информационная основа для рабочих процессов при перевооружении производства и средств. *Перспективные* ТП разрабатываются на несколько лет вперед с учетом последних достижений науки, еще не нашедших широкого применения, но сулящих большие технико-экономические преимущества.

Маршрутное описание ТП – сокращенное описание всех технологических операций в маршрутной карте в последовательности их выполнения без указания переходов и технологических режимов.

Операционное описание ТП – полное описание всех ТП в последовательности их выполнения с указанием переходов и технологических режимов.

Маршрутно-операционное описание ТП – сокращенное описание технологических операций в маршрутной карте в последовательности.

3. Технологическая документация

- Состав и правила выполнения технологической документации определяются единой системой технологической документации (ЕСТД).
- Она представляет собой *комплекс государственных стандартов и руководящих нормативных документов, устанавливающих взаимосвязанные правила и положения по порядку разработки, комплектации, оформления и обращения технологической документации, применяемой при изготовлении и ремонте изделий* (включая контроль, испытания и перемещения).
- Эти правила обеспечивают взаимообмен технологическими документами между организациями и предприятиями без их переоформления, а также стабильность комплектности, исключающую повторную разработку и выпуск дополнительных документов.

Стандартизация обозначений и *унификация* последовательности размещения однородной информации в формах документации на различные виды работ *позволяют использовать средства вычислительной техники* для *управления производством и проектирования* ТП.

К ***технологическим*** относят *графические и текстовые документы, которые определяют технологический процесс изготовления или ремонта изделия и содержат необходимые данные для организации производства*.

3.1. Стадии разработки документации

Состав документов зависит от стадии разработки технологического процесса, типа и характера производства. В условиях ***серийного и массового*** производства используются следующие документы:

- ***карта эскизов*** (КЭ);

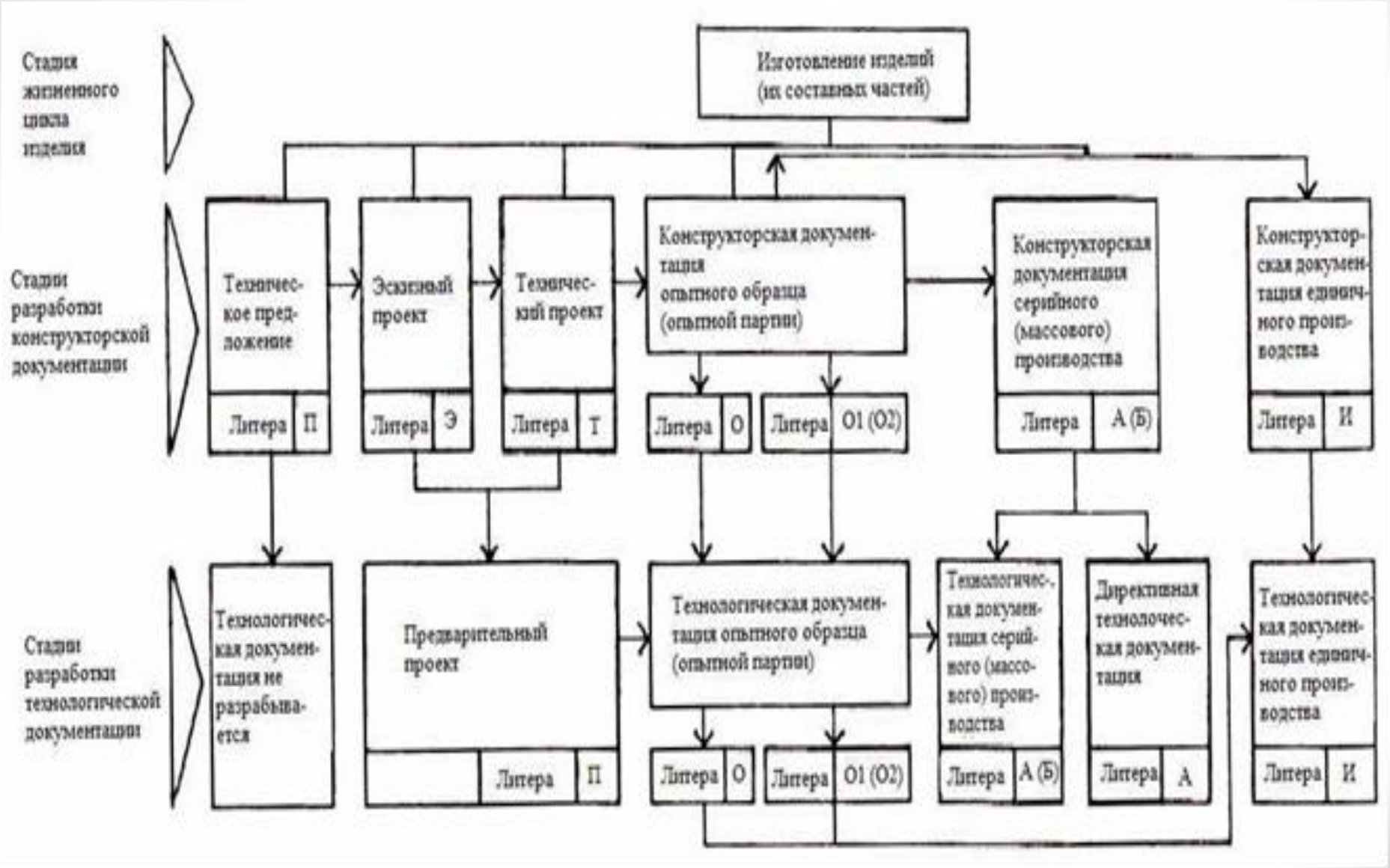
- ***технологическая инструкция*** (ТИ);

- ***карты:*** маршрутная (МК), технологического процесса (КТП), операционная (ОК), типового (группового) технологического процесса (КТТП), типовой (групповой) операции (КТО), комплектовочная (КК), техниконормировочная (ТНК), наладки (КН);

- ***ведомость технологических маршрутов*** (ВТМ);

- ***ведомость деталей*** (сборочных единиц) к типовому (групповому) технологическому процессу (операции) (ВТП, ВТО).

Стадии разработки документации



Наиболее часто используется следующая документация:

Маршрутная карта (МК) является обязательным документом. Она *предназначена для маршрутного и маршрутно-операционного описания технологического процесса или указания полного состава технологических операций* при операционном описании изготовления или ремонта изделия (составных частей изделия), включая контроль и перемещения по всем операциям различных технологических методов в технологической последовательности с указанием данных об оборудовании, технологической оснастке, материальных нормативах и трудовых затратах. *Допускается взамен МК использовать соответствующую карту технологического процесса.*

Карта технологического процесса предназначена для *операционного описания технологического процесса изготовления или ремонта изделия* (составных частей) в *технологической последовательности по всем операциям одного вида* формообразования, обработки, сборки или ремонта, с указанием переходов, технологических режимов и данных о средствах технологического оснащения, материальных и трудовых затратах.

Операционная карта содержит *описание технологической операции с указанием переходов, режимов обработки и данных о средствах технологического оснащения*. Она используется непосредственно на рабочем месте.

Карта типового технологического процесса используется для описания типового технологического процесса изготовления или ремонта деталей и сборочных единиц, а ***карта типовой операции*** – для описания типовой технологической операции.

Стадии разработки технологической документации, применяемой для технологических процессов изготовления изделий (составных частей изделий), *определяются в зависимости от стадий разработки используемой конструкторской документации*.

Стадии разработки рабочей технологической документации устанавливаются разработчиком документации.

Стадии разработки рабочей технологической документации

Стадия разработки	Содержание работы
Предварительный проект.	Разработка технологической документации, предназначенной для изготовления и испытания макета изделия и (или) его составных частей с присвоением литеры «П», на основании конструкторской документации, выполненной на стадиях «Эскизный проект» и «Технический проект».
Разработка документации:	
а) опытного образца (опытной партии)	Разработка технологической документации, предназначенной для изготовления и испытания опытного образца (опытной партии), без присвоения литеры, на основании конструкторской документации, не имеющей литеры. Корректировка и разработка технологической документации по результатам изготовления и предварительных испытаний опытного образца (опытной партии) с присвоением литеры «О» на основании конструкторской документации, имеющей литеру «О». Корректировка и разработка технологической документации по результатам изготовления и приемочных испытаний опытного образца (опытной партии) и по результатам корректировки конструкторской документации с присвоением технологической документации литеры «$О_1$» на основании конструкторской документации, имеющей литеру «$О_1$». Корректировка и разработка технологической документации по результатам повторного изготовления и приемочных испытаний опытного образца (опытной партии) и по результатам корректировки конструкторской документации с присвоением технологической документации литеры «$О_2$» на основании конструкторской документации, имеющей литеру «$О_2$».
б) серийного (массового) производства	Разработка технологической документации, предназначенной для изготовления и испытания изделий серийного (массового) производства, с присвоением литеры «А» («Б»), на основании конструкторской документации, имеющей литеру «А» или «Б».

3.2. Виды технологических документов

В зависимости *от назначения* технологические документы подразделяют ***на основные и вспомогательные***.

К ***основным*** относят документы:

- содержащие сводную информацию, необходимую для решения одной или комплекса инженерно-технических, планово-экономических и организационных задач;

- полностью и однозначно определяющие технологический процесс (операцию) изготовления или ремонта изделия (составных частей изделия).

К ***вспомогательным*** относят документы, применяемые при разработке, внедрении и функционировании технологических процессов и операций, например, карту заказа на проектирование технологической оснастки, акт внедрения технологического процесса и др.

Основные технологические документы подразделяют на документы ***общего и специального*** назначения.

К документам ***общего назначения*** относят технологические документы, применяемые в отдельности или в комплектах документов на технологические процессы, независимо от применяемых технологических методов изготовления или ремонта изделий, например, карту эскизов, технологическую инструкцию.

К документам ***специального назначения*** относят документы, применяемые при описании технологических процессов и операций в зависимости от типа и вида производства и применяемых технологических методов изготовления или ремонта изделий, например, маршрутную карту, карту технологического процесса, карту типового (группового) технологического процесса, ведомость изделий к типовому (групповому) технологическому процессу, операционную карту и др.

Виды основных технологических документов

Вид документа	Условное обозначение документа
ДОКУМЕНТЫ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ	
Титульный лист	ТЛ
Карта эскизов	КЭ
Технологическая инструкция	ТИ
ДОКУМЕНТЫ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ	
Маршрутная карта	МК
Карта технологического процесса	КТП
Карта типового (группового) технологического процесса	КТТП
Операционная карта	ОК
Карта типовой (групповой) операции	КТО

Вид документа	Условное обозначение документа
ДОКУМЕНТЫ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ	
Карта технологической информации	КТИ
Комплектовочная карта	КК
Технико-нормировочная карта	ТНК
Карта кодирования информации	ККИ
Карта наладки	КН
Ведомость технологических маршрутов	ВТМ
Ведомость оснастки	ВО
Ведомость оборудования	ВОБ
Ведомость материалов	ВМ
Ведомость специфицированных норм расхода материалов	ВСН
Ведомость удельных норм расхода материалов	ВУН

Вид документа	Условное обозначение документа
ДОКУМЕНТЫ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ	
Технологическая ведомость	ТВ
Ведомость применяемости	ВП
Ведомость сборки изделия	ВСИ
Ведомость операций	ВОП
Ведомость деталей (сборочных единиц) к типовому (групповому) технологическому процессу (операции)	ВТП (ВТО)

Заключение

- *Цель данной дисциплины* — дать обучающимся основные знания по применению САПР технологических процессов производства электронных средств. Это позволит будущим специалистам обоснованно и рационально внедрять в производство экономически выгодные и качественные ТП изготовления ЭС в зависимости от конкретных производственных условий.
- Необходимо отметить, что дисциплина САПР ТППЭС *должен быть согласована с программами по курсам*: «САПР конструирования электронных средств», «Материаловедение и материалы электронных средств» и «Технология электронных средств», а также с Федеральным государственным общеобразовательным стандартом, утвержденным Министерством образования.