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 № 1 Роль и место САПР ТП в системе технологической подготовки производства

Занятие № 1 Основные понятия САПР ТП

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

Санкт-Петербург
2018

I. Учебные цели

1. Изучить назначение и основные возможности САПР технологических процессов производства электронных средств.
2. Увязать знания студентов, полученные ими в ходе изучения дисциплины «САПР конструирования электронных средств».

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	3
Основная часть (текст лекции) 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 Заключение	
Заключительная часть	2

IV. 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. Коряч-ко, В. В. Сускин. — М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2013.

V. Учебно-материальное обеспечение

Наглядные пособия (схемы):

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

VI. Текст лекции

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 жизненного цикла изделия.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способностью моделировать объекты и процессы, используя стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования;
- способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;
- способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;
- способностью моделировать объекты и процессы, используя стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования;
- способность использовать специализированные знания для освоения профильных дисциплин;
- способность сквозного проектирования (схема-конструкция-технология);
- способность идентифицировать новые области исследований, новые проблемы в сфере конструирования и технологии изготовления электронных средств;
- пользоваться современными программными средствами подготовки конструкторско-технологической документации;
- готовностью внедрять результаты разработок;
- способностью выполнять работы по технологической подготовке производства.

Дисциплина «САПР технологических процессов производства электронных средств» читается в 8 семестре.

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 представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры
			8
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**

Учебно-методическое обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Головицына, М. В. Проектирование радиоэлектронных средств на основе современных информационных технологий [Электронный ресурс] : учеб. пособие / М. В. Головицына. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2011. - 503 с.
2. Кологривов, В. А. Основы автоматизированного проектирования радиоэлектронных устройств [Электронный ресурс] : учеб. пособие : в 2 ч. / В. А. Кологривов. – Томск : ТУСУР, 2012. - Ч. 1. - 120 с.
3. Кологривов, В. А. Основы автоматизированного проектирования радиоэлектронных устройств [Электронный ресурс] : учеб. пособие : в 2 ч. / В. А. Кологривов. – Томск : ТУСУР, 2012. – Ч. 2. - 132 с.

б) дополнительная литература:

1. Ненашев, А. П. Конструирование радиоэлектронных средств : учебник / А. П. Ненашев. - М. : Высш. шк., 1990. - 432 с.
2. Основы проектирования электронных средств [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л. Н. Панков [и др.]. - Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2007. - 239 с.

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*.

Выпуск любого нового изделия на промышленном предприятии связан с необходимостью проведения работ по подготовке производственного процесса (производства).

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 (например, печатная плата, компонент, корпус блока, лицевая панель, объемный проводник, рама 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 (например, заготовка, подложка, а также конструктивы различной сложности) для получения готового изделия. В процессе изготовления изделия состояние объекта производства изменяется количественно и (или) качественно преимущественно на каждой стадии этого процесса.

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 (например, комплект фотошаблонов, комплект специальных инструментов или оснастки, комплект измерительных средств, комплект запасных частей и др.).

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.

К *основным показателям эффективности* технологии относятся *удельный расход материалов на единицу изделия, процент выхода годных изделий и их качество, уровень производительности труда, затраты на производство и себестоимость* изделия. *Задачей технологии* как науки является *теоретическое и теоретико-экспериментальное выявление сущности и закономерностей электрофизических, физико-химических и других явлений и процессов, на базе которых создаются новые* (или совершенствуются имеющиеся) *методы и средства воздействия на объект производства* для изготовления перспективных изделий.

Технология производства, например, ИМЭ, называемая **микроэлектронной технологией,** базируется на методах и способах изменения формы, размеров, физико-химических и электрофизических свойств, состава и структуры исходных полупроводниковых и других материалов.

Технология производства ЭС базируется на микроэлектронной технологии, а также методах и способах создания отдельных конструктивов с применением перспективных технологий приборостроения и прочих (например, лазерной, химико-гальванической, компьютерной, сборочной, монтажной 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.

Материал – вещество или несколько веществ определенного происхождения и назначения.

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 (например, клеи, припои, флюсы, диффузанты, защитные покрытия и др.). Они могут оставаться в составе конструкции изделия (например, клеи, припои, покрытия и др.) либо частично или полностью удаляться до завершения изготовления изделия (например, фоторезисты, флюсы и др.);

– ***вспомогательные***, которые контактируют с объектом производства и способствуют реализации технологии, но не влияют на состояние объекта, например, материалы оснастки (технологической тары, разных приспособлений, контактирующих устройств и др.), 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. В сущности, технологическая среда – это 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, отверстия, тестовые площадки или отверстия, 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, дискретные **электрорадиокомпоненты** (ЭРК): резисторы, конденсаторы, транзисторы и др.; 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.

Техника поверхностного монтажа (ТПМ) **–** совокупность новых высоконадежных либо адаптированных известных, наиболее эффективных методов и способов проектирования и изготовления высокоплотно-укомпонованных ЭС (включая технику корпусирования поверхностно-монтируемых навесных компонентов), с использованием компьютерно-интегрированных технологий.

Под **технологичностью конструкции** следует понимать такое сочетание ее конструкторско-технологических характеристик с характеристиками используемых технологий, которое обеспечивает наиболее простое и экономичное производство изделий при соблюдении всех функциональных и эксплуатационных условий.

Совместимость материалов – способность различных материалов сосуществовать в сопряжении без недопустимого ухудшения своих свойств и параметров в течение требуемого промежутка времени в заданных условиях.

Производственный процесс — совокупность всех действий людей и орудий производства, необходимых на данном предприятии для изготовления или ремонта выпускаемых изделий. Он включает в себя подготовку производства; получение, транспортирование, контроль и хранение материалов (полуфабрикатов); технологические процессы изготовления деталей и сборки; изготовление технологической оснастки и др.

Производственный процесс делится на основной и вспомогательный. *К основному* производственному процессу относятся процессы изготовления продук-

ции, предусмотренной государственным 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. К предметам труда относятся заготовки и изделия.

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

Основными элементами технологических операций являются установ, технологический переход (переход), вспомогательный переход, рабочий ход, вспомогательный ход и позиция.

Установ – часть технологической операции, выполняемая при неизменном закреплении обрабатываемых заготовок или собираемой сборочной единицы.

Переход – законченная часть технологической операции, выполняемая одними и теми же средствами технологического оснащения при постоянных технологических режимах и установке.

Вспомогательный переход – законченная часть технологической операции, состоящая из действий человека и (или) оборудования, которые не сопровождаются изменением свойств предметов труда, но необходимы для выполнения технологического перехода. Например, закрепление заготовки, смена инструмента и т. д.

Рабочий ход – законченная часть технологического перехода, состоящая из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, сопровождаемого изменением формы, размеров и качества поверхности или свойств заготовки.

Вспомогательный ход – законченная часть технологического перехода, состоящего из однократного перемещения инструмента относительно заготовки и необходимого для подготовки рабочего хода.

Позиция – фиксированное положение, занимаемое неизменно закрепленной обрабатываемой заготовкой или собираемой сборочной единицей совместно с приспособлением относительно инструмента или неподвижной части оборудования для выполнения определенной части операции.

1.2. Построение технологического процесса

Построение технологического процесса и степень его детализации зависят от типа производства – ***единичного, серийного и массового***. Классификация производств представлена на рис. 1.

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***.

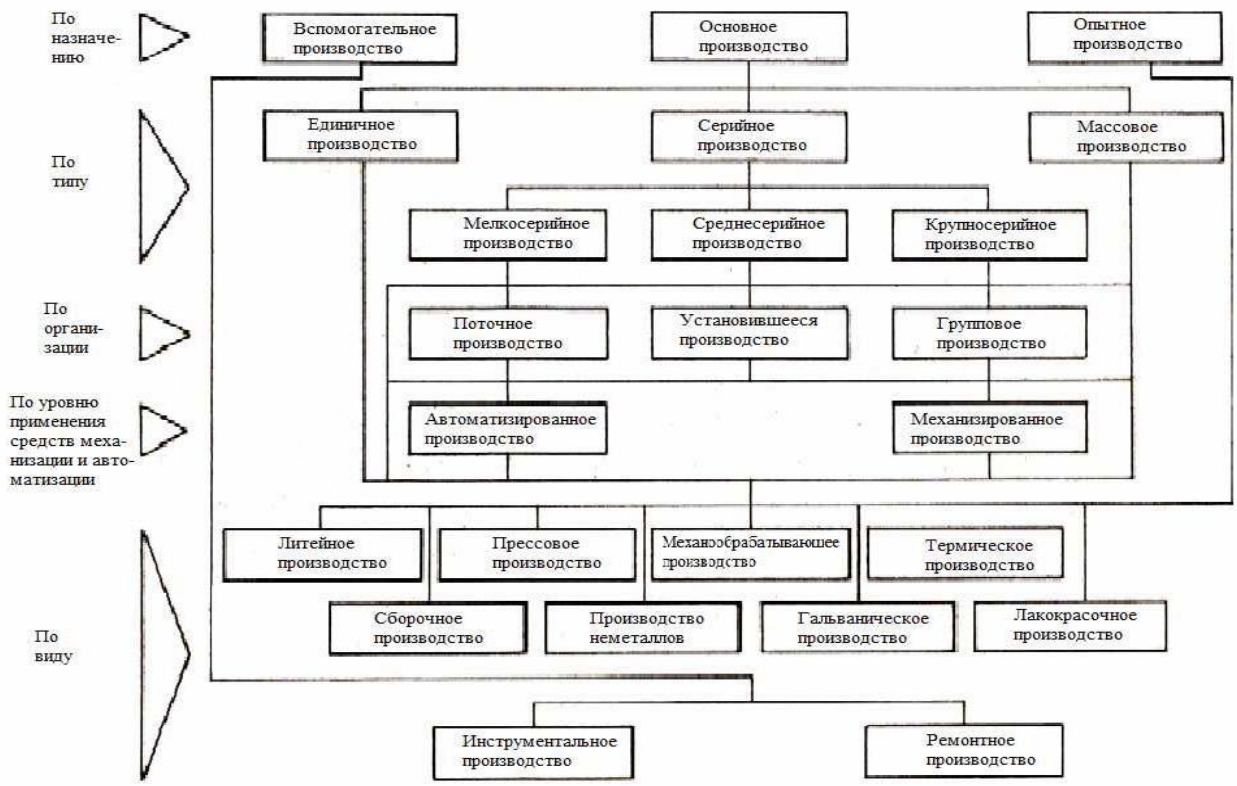

Рис.1. Классификация производств.

Массовое производство характеризуется большим объемом выпуска изделий, непрерывно изготовляемых или ремонтируемых продолжительное время, в течение которого на большинстве рабочих мест выполняется одна рабочая операция.

Важной характеристикой 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 представлен на рис. 2.

Рис. 2. Технологический процесс производства ЭС.

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, нормали на инструмент, типовые технологические процессы и др.).

2.1. Виды технологических процессов

Типизация технологических процессов устраняет многообразие технологических процессов обоснованным сведением их к ограниченному числу типов (рис. 3).

Рис. 3. Классификация технологических процессов

Единичные ТП разрабатываются для изготовления опытного образца изделия. Рабочие ТП являются тем самым конечным продуктом деятельности технолога-разработчика, позволяющим перейти к серийному выпуску изделия на основном производстве.

Перспективный процесс разрабатывается как информационная основа для рабочих процессов при перевооружении производства и рассчитан на применение более совершенных методов, более производительных и экономически эффективных 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).

Основное назначение стандартов ЕСТД заключается в установлении во всех организациях и на всех предприятиях единых правил выполнения, оформления, комплектации и обращения технологической документации в зависимости от типа и характера производства. 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, создают условия для разработки прогрессивных типовых (групповых) процессов и предпосылки по снижению трудоемкости инженерно-технических работ в сфере технологической подготовки.

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 приведены на рис. 4.

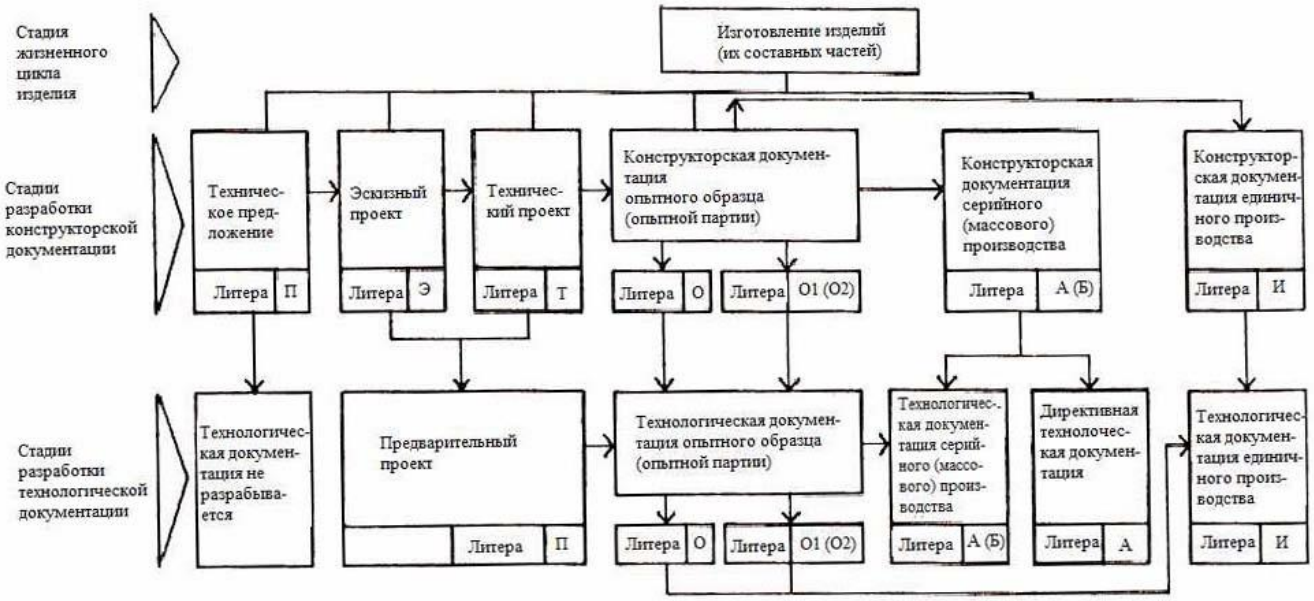

Рис.4. Стадии разработки документации.

На стадиях проектирования (предварительного проекта и опытного образца) вид документа выбирается по усмотрению заказчика.

Наиболее часто используется следующая документация.

Маршрутная карта 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 в соответствии с табл. 2.

Таблица 2

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 конструктор-

	ской документации с присвоением технологической документации литеры «O_2» на основании конструкторской документации, имеющей литеру «O_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 (операции), независимо от применяемых технологических методов изготовления или ремонта изделий (составных частей 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 (составных частей изделий), например, маршрутную карту, карту технологического процесса, карту типового (группового) технологического процесса, ведомость изделий (деталей, сборочных единиц) к типовому (групповому) технологическому процессу (операции), операционную карту и др.

Виды основных технологических документов, их назначение и условное обозначение приведены в табл. 3.

Таблица 3

Виды основных технологических документов

Вид документа	**Условное обозначение документа**	**Назначение документа**
1	**2**	**3**

ДОКУМЕНТЫ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ		
Титульный лист	ТЛ	Документ предназначен для оформления: - комплекта(ов) технологической документации на изготовление или ремонт изделия; - комплекта(ов) технологических документов на технологические процессы изготовления или ремонта изделия (составных частей изделия); - отдельных видов технологических документов. Является первым листом комплекта(ов) технологических документов
Карта эскизов	КЭ	Графический документ, содержащий эскизы, схемы и таблицы и предназначенный для пояснения выполнения технологического процесса, операции или перехода изготовления, или ремонта изделия (составных частей изделия), включая контроль и перемещения
Технологическая инструкция	ТИ	Документ предназначен для описания технологических процессов, методов и приемов, повторяющихся при изготовлении или ремонте изделий (составных частей изделий), правил эксплуатации средств технологического оснащения. Применяется в целях сокращения объема разрабатываемой технологической документации
ДОКУМЕНТЫ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ		
Маршрутная карта	МК	Документ предназначен для маршрутного или 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. *Примечания:* *1. МК является обязательным документом.* *2. Допускается МК разрабатывать на отдельные виды работ.* *3. Допускается МК применять совместно с соответствующей картой технологической информации, взамен карты технологического процесса, с операционным описанием в МК всех операций и полным указанием необходимых технологических режимов в графе «Наименование и содержание операции».* *4. Допускается взамен МК использовать соответствующую карту технологического процесса*
Карта технологического процесса	КТП	Документ предназначен для операционного описания технологического процесса изготовления или ремонта изделия (составных частей изделия) 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
Карта типового (группового) технологического процесса	КТТП	Документ предназначен для описания типового (группового) технологического процесса изготовления или ремонта изделий (составных частей изделий) в технологической последовательности по всем операциям одного вида формообразования, обработки, сборки или ремонта, с указанием переходов и общих данных о средствах технологического оснащения, материальных и трудовых затратах. Применяется совместно с ВТП
Операционная карта	ОК	Документ предназначен для описания технологической операции с указанием последовательного выполнения переходов, данных о средствах технологического оснащения, режимах и трудовых затратах. Применяется при разработке единичных технологических процессов
Карта типовой (групповой) операции	КТО	Документ предназначен для описания типовой (групповой) технологической операции с указанием последовательности выполнения переходов и общих данных о средствах технологического оснащения и режимах. Применяется совместно с ВТО
Карта технологической информации	КТИ	Документ предназначен для указания дополнительной информации, необходимой при выполнении отдельных операций (технологических процессов). Допускается применять при разработке типовых (групповых) технологических процессов (ТТП, ГТП) для указания переменной информации с привязкой к обозначению изделия (составной его части)
Комплектовочная карта	КК	Документ предназначен для указания данных о деталях, сборочных единицах и материалах, входящих в комплект собираемого изделия, и применяется при разработке технологических процессов сборки. Допускается применять КК для указания данных о вспомогательных материалах в других технологических процессах
Технико-нормировочная карта	ТНК	Документ предназначен для разработки расчетных данных к технологической операции по нормам времени (выработки), описания выполняемых приемов и применяется при решении задач нормирования трудозатрат
Карта кодирования информации	ККИ	Документ предназначен для кодирования информации, используемой при разработке управляющей программы к станкам с программным управлением (ПУ)
Карта наладки	КН	Документ предназначен для указания дополнительной информации к технологическим процессам (операциям) по наладке средств технологического оснащения. Применяется при многопозиционной обработке для станков с ПУ, при групповых методах обработки и т.п.
Ведомость технологических маршрутов	ВТМ	Документ предназначен для указания технологического маршрута изготовления или ремонта изделия (составных частей изделия) по подразделениям предприятия и применяется для решения технологических и производственных задач
Ведомость оснастки	ВО	Документ предназначен для указания применяемой технологической оснастки при выполнении технологического процес-

		са изготовления или ремонта изделия (составных частей изделия)
Ведомость оборудования	ВОБ	Документ предназначен для указания применяемого оборудования, необходимого для изготовления или ремонта изделия
Ведомость материалов	ВМ	Документ предназначен для указания данных о подетальных нормах расхода материалов, о заготовках, технологическом маршруте прохождения изготавливаемого или ремонтируемого изделия. Применяется для решения задач по нормированию материалов
Ведомость специфицированных норм расхода материалов	ВСН	Документ предназначен для указания данных о нормах расхода материалов для изготовления или ремонта изделия и применяется для решения задач по нормированию расхода материалов на изделие
Ведомость удельных норм расхода материалов	ВУН	Документ предназначен для указания данных об удельных нормах расхода материалов, используемых при выполнении технологических процессов и операций изготовления или ремонта изделия (составных частей изделия), и применяется для решения задач по нормированию расхода материалов
Технологическая ведомость	ТВ	Документ предназначен для комплексного указания технологической и организационной информации, используемой перед разработкой комплекта (комплектов) документов на технологические процессы (операции), и применяется на одном из первых этапов технологической подготовки производства (ТПП)
Ведомость применяемости	ВП	Документ предназначен для указания применяемости полного состава деталей, сборочных единиц, средств технологического оснащения и др. Применяется для решения задач ТПП
Ведомость сборки изделия	ВСИ	Документ предназначен для указания состава деталей и сборочных единиц, необходимых для сборки изделия в порядке ступени входимости, их применяемости и количественного состава
Ведомость операций	ВОП	Документ предназначен для операционного описания технологических операций одного вида формообразования, обработки, сборки и ремонта изделия в технологической последовательности с указанием переходов, технологических режимов и данных о средствах технологического оснащения и норм времени. Применяется совместно с МК или КТП
Ведомость деталей (сборочных единиц) к типовому (групповому) технологическому процессу (операции)	ВТП (ВТО)	Документ предназначен для указания состава деталей (сборочных единиц, изделий), изготавливаемых или ремонтируемых по типовому (групповому) технологическому процессу (операции), и переменных данных о материале, средствах технологического оснащения, режимах обработки и трудозатратах

Заключение

Дисциплина «САПР технологических процессов производства электронных средств» играет важную роль в подготовке инженеров-специалистов, конструкторов, бакалавров и магистров. В совокупности с другими техническими дисциплинами она формирует у будущих специалистов, обучающихся по направлению 210200 (11.03.03) –«Конструирование и технология электронных средств», знания, умения и навыки в теоретическом подходе к основам проектирования технологических процессов (ТП), к обеспечению качества выпускаемой продукции, а также к применению и совершенствованию прогрессивных ТП на производстве.

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.

Разработал:
доцент кафедры, к.п.н.

В. Мордовин

«____» _____ 201 года

Рецензировал:

«____» _____ 201 года