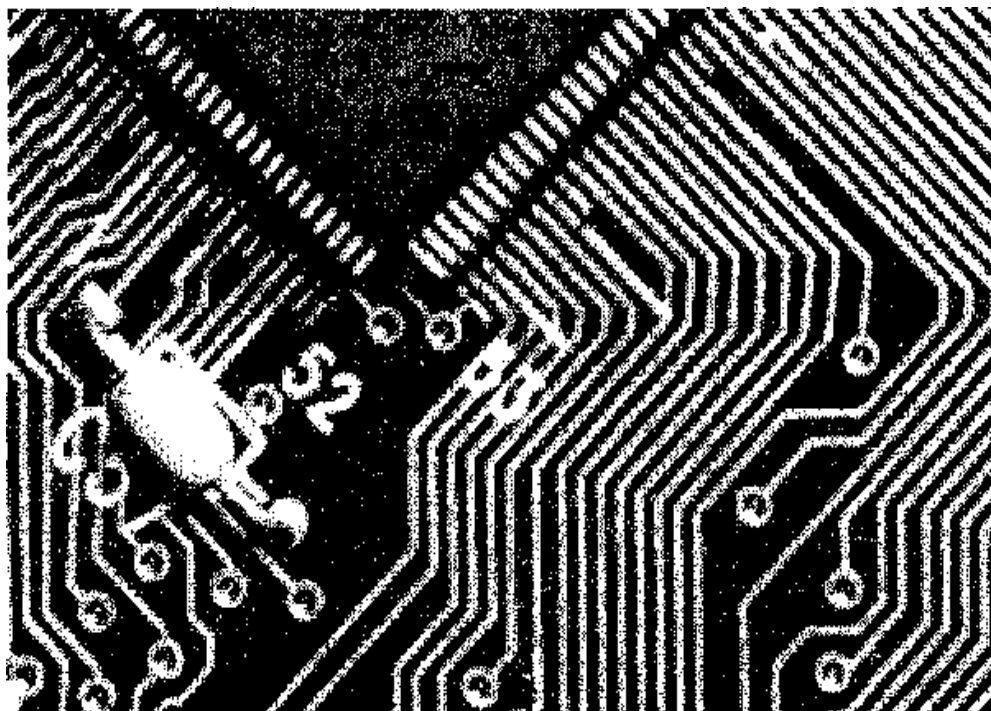


ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический
университет»

Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторной работе "Статистическое моделирование технологических процессов сборки узлов РЭС" по дисциплине «Технология приборов и систем» «Технология производства электронных средств» для студентов направлений 200100.62 «Приборостроение» (профиль «Приборостроение») и 211000.62 «Конструирование и технология электронных средств» (профиль «Проектирование и технология радиоэлектронных средств») очной формы обучения



Составитель канд. техн. наук А.Б. Антиликаторов

Методические указания к лабораторной работе "Статистическое моделирование технологических процессов сборки узлов РЭС" по дисциплине «Технология приборов и систем» «Технология производства электронных средств» для студентов направлений 200100.62 «Приборостроение» (профиль «Приборостроение») и 211000.62 «Конструирование и технология электронных средств» (профиль «Проектирование и технология радиоэлектронных средств») очной формы обучения / ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет»; сост. А.Б. Антиликаторов. Воронеж, 2015. 15 с.

Лабораторная работа позволяет с помощью статического моделирования осуществить исследование технологического процесса сборки сборочных единиц в условиях однопредметной непрерывно-поточной линии и получить статистические характеристики, отражающие влияние различных производственных факторов на состояние сборочного процесса.

Табл. 5. Библиогр.: 2 назв.

Методические указания подготовлены в электронном виде в текстовом редакторе MS Word 2003 и содержатся в файле ЛР_Стат.doc

Рецензент канд. техн. наук, доц. А.В. Турецкий

Ответственный за выпуск зав. кафедрой д-р техн. наук, проф. А.В. Муратов

Издается по решению редакционно-издательского совета Воронежского государственного технического университета.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В общей проблематике технологии РЭС важное место занимает проблема повышения эффективности и качества функционирования технологических процессов (ТП) сборки. Объясняется это высокой удельной трудоемкостью сборочных операций и существенным влиянием сборочных процессов на формирование качества выпускаемых изделий.

Существует много направлений повышения эффективности и качества ТП сборки. Это такие направления, как автоматизация и механизация операций сборки, применение прогрессивной технологии, типизация и унификация технологического оснащения и сборочных агрегатов, повышение технологичности конструкции изделий и д.р. Реализация этих направлений связана с выбором оптимальных решений. Оптимальные решения могут быть приняты на основе детального и всестороннего исследования особенностей и закономерностей ТП. Обычно исследования выполняются либо на реальном объекте, либо на его модели, либо в сочетании натурного эксперимента и моделирования. . Выбор того или иного варианта исследования определяется спецификой данного объекта и той целью, которая составляет предмет исследования.

Моделирование технологических процессов осуществляется в первую очередь в тех случаях, если натурные исследования невозможны или нежелательны по каким-либо объективным причинам, например, если связанные с экспериментом изменения ТП приводят к значительному браку продукции или к преждевременному износу технологического оборудования. Результаты моделирования дополняют результаты натурного эксперимента и в совокупности позволяют более детально разобраться в сущности исследуемых явлений, поэтому моделирование является целесообразным и при отсутствии принципиальных ограничений на проведение исследований на существующем технологическом процессе.

Математическая модель - это некоторый математический объект, поставленный в соответствие реальному технологическому процессу. Иными словами, математической моделью технологического процесса является совокупность соотношений, характеризующих его функционирование во времени. Построение математических моделей производится на детерминистических или стохастических (вероятностных) принципах. Вопрос о том, какую следует использовать модель - детерминистическую или вероятностную, зависит от характера факторов, действующих на технологический процесс, и от цели моделирования. Если в ходе технологического процесса проявляются случайные факторы и необходимо

изучить их влияние на функционирование процесса, то выбирается вероятностная модель.

В большинстве случаев для ТП сборки РЭС не удастся получить описание в аналитической форме и приходится прибегать к методу статического моделирования.

Сущность статического моделирования состоит в построении для исследуемого процесса соответствующего моделирующего алгоритма, имитирующего поведение элементов сложной системы и взаимодействие между ними с учетом случайных возмущающих факторов.

В данной работе рассматривается процесс сборки на однопредметной непрерывно-поточной линии. Процесс осуществляется в присутствии различных факторов, обуславливающих отклонение длительности операции от такта сборки.

ТП сборки осуществляется по следующей схеме.

ТП сборки состоит из n технологических операций (ТО). Каждая ТО содержит несколько элементарных актов. К ним относятся входной контроль, подготовка и установка ведомых полуфабрикатов (детали, ЭРЭ и др.) на ведущем полуфабрикате (печатной плате, шасси и т.п.), подгибка и пайка выводов ЭРЭ, стопорение резьбовых соединений и т. д. В результате выполнения операций сборки к ведущему полуфабрикату присоединяются k ведомых полуфабрикатов.

ТО сборки начинается в момент времени $\tau^{(H)}$. В этот момент времени на рабочих местах имеется необходимый задел полуфабрикатов. Вначале производится контроль ведомого полуфабриката, который является первым в схеме операции. Он может оказаться негодным с вероятностью P . В случае обнаружения брака полуфабрикат заменяется, при этом затрачивается время на контроль бракованного и заменившего его годного полуфабриката. После выполнения контроля ведомый полуфабрикат присоединяется к ведущему полуфабрикату. Далее осуществляется контроль и присоединение второго полуфабриката, затем третьего полуфабриката и т.д.

Если длительность $\tau_i^{(on)}$ операции сборки превышает такт $\tau^{(T)}$ сборки, происходит срыв процесса сборки и ведущей полуфабрикат уходит в брак. При выполнении условия

$$\tau_i^{(on)} \leq \tau^{(T)} \quad (1)$$

поочередно выполняются n операций и, следовательно, сборка изделий продолжается до тех пор, пока не закончится последняя операция сборки. Необходимо иметь в виду следующие параметры, характеризующие ТП сборки.

Момент $t_i^{(H)}$ начала i -й операции

где t_0 - время начала сборки изделий;

$\tau^{(T)}$ – такт сборки;

$i=1, n$.

Длительность $\tau_i^{(on)}$ операции сборки

$$\tau_i^{(on)} = \sum_{j=1}^{l_i} \tau_{ij}^{(k)} + \tau_i^{(e\delta)}, \quad (3)$$

где l_i - число ведомых полуфабрикатов, присоединяемых к ведущему полуфабрикату на i -й операции;

$\tau_{ij}^{(k)}$ - длительность контроля j -го полуфабриката на i -й операции;

$\tau_i^{(e\delta)}$ - длительность присоединения к ведущему полуфабрикату l ведомых полуфабрикатов. Полагаем, что $\tau_{ij}^{(k)}$ - является случайной величиной и имеет показательный знак распределения

$$f(\tau_{ij}^{(k)}) = \lambda e^{-\lambda \tau_{ij}^{(k)}} \quad (4)$$

где $\lambda = l/M(\tau_{ij}^{(k)})$ - интенсивность контроля полуфабрикатов.

Длительность присоединения к ведущему полуфабрикату ведомых полуфабрикатов $\tau_i^{(e\delta)}$ представляет собой случайную величину с нормальным законом распределения

$$f(\tau_i^{(e\delta)}) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{[\tau_i^{(e\delta)} - M(\tau_i^{(e\delta)})]^2}{2\sigma^2}} \quad (5)$$

Такт сборки

где K -коэффициент такта сборки.

Календарный период T выпуска изделий принимается равным 8 часам.

Технологическая подготовка производства. Производство как технологическая система представляет собой совокупность взаимосвязанных процессов, посредством которых создается необходимое изделие. Развитие современного производства характеризуется высокой динамичностью, непрерывным процессом обновления материально-технической базы и методов ведения производства, усложнением цикла подготовки производства и комплексной механизацией и автоматизацией производственных процессов.

Технология производства или технологический процесс (ТП) – основная часть производственного процесса, заключающаяся в выполнении определенных действий в соответствии с технологической документацией, направленных на изменение исходных свойств объекта производства и достижение им определенного состояния, соответствующего конструкторской документации. Конструирование и технология производства, являясь отдельными

частями сложного процесса разработки РЭА, в современных условиях не могут выполняться в отдельности, без учета взаимосвязей между собой и другими этапами создания новой техники. Являясь этапами общего процесса «разработка – производство – эксплуатация», конструирование и технология определяют в конечном итоге общие потребительские свойства РЭА.

Задачей ТПП является обеспечение полной технологической готовности к производству новых изделий с заданными технико-экономическими показателями (высоким техническим уровнем, качеством изготовления, а также с минимальными трудовыми и материальными издержками при конкретном техническом уровне предприятия и планируемых объемах производства).

В процессе ТПП решаются следующие основные задачи:

- отработка изделия на технологичность;- разработка технологических маршрутов и процессов;- разработка специальной технологической оснастки;- технологическое оснащение производства;- техническое сопровождение изготовления опытной партии, установочной серии и установившегося серийного производства.

Исходными данными для проведения ТПП являются:

- 1) полный комплект конструкторской документации на новое изделие;
- 2) максимальный годовой объем выпуска продукции с учетом изготовления запасных частей;
- 3) предполагаемый срок выпуска изделий и объем выпуска по годам;
- 4) планируемый режим работы предприятия (количество смен, продолжительность рабочей недели);
- 5) планируемый коэффициент загрузки оборудования основного производства;
- 6) планируемые поставки предприятию деталей, узлов, полуфабрикатов и предприятия-поставщики;
- 7) планируемые поставки предприятию стандартных изделий и предприятия-поставщики;
- 8) предполагаемые рыночные цены новых изделий;

Технологическая подготовка производства регламентируется

стандартами "Единой системы технологической подготовки производства" (ЕСТПП). Содержание основных этапов ТПП приведено в табл. 1:

Таблица 1

Планирование ТПП	Прогнозирование, планирование и моделирование ТПП	Отдел планирования подготовки производства (ОППП)
Отработка конструкции на технологичность	Отработка конструкции изделия, сборочных единиц на технологичность.	Отделы главных специалистов (ОГТ, ОГС, ОГМет и др.), ОГК
Технологическое проектирование	Распределение номенклатуры деталей и сборок между цехами и подразделениями предприятия	ОППП
	Разработка технологических маршрутов движения объектов производства	ОППП
	Разработка техпроцессов изготовления и контроля деталей, сборки и испытаний и прочей технологической документации	Отделы главных специалистов (ОГТ, ОГС, ОГМет, и др.)
	Типизация технологических процессов, разработка базовых и групповых процессов	- "-
	Технико-экономическое обоснование технологических процессов	Отделы главных специалистов, экономический отдел
Выбор оборудования	Выбор и обоснование универсального, специального, агрегатного и нестандартного оборудования. Выдача заданий на проектирование оборудования.	Отделы главных специалистов
Выбор и технологическое конструирование оснастки	Выбор необходимого специального, универсального и унифицированного оснащения. Проектирование оснастки	Технологические и конструкторские отделы главных специалистов
	Технико-экономические обоснования выбора и применения оснастки	Экономический отдел
Нормирование	Установление пооперационных технических норм времени всех технологических процессов. Расчеты норм расходов материалов	ОТ и З. Отделы главных специалистов. ОГТ

Выбор оптимального варианта технологического процесса. В различных вариантах технологических процессов изготовления новых изделий могут применяться разнообразные заготовки, оборудование, технологическая оснастка и т.д., что приводит к различным трудоемкости, производительности и использованию рабочих различной квалификации. Основными критериями для выбора оптимального технологического процесса являются себестоимость и производительность. Для упрощения расчетов используют технологическую себестоимость, которая является частью полной себестоимости и учитывает затраты, зависящие от варианта технологического процесса:

$$З_T = Y_{\text{пер}} + Y_{\text{пос}}/Q,$$

где Z_T - технологическая себестоимость; $Y_{пер}$ - условно-переменные затраты на одну деталь (изделие); $Y_{пос}$ - условно-постоянные затраты на годовую программу; Q - годовая программа выпуска.

Для выбора оптимального варианта техпроцесса нет необходимости производить поэлементный расчет всех статей затрат, входящих в себестоимость, а достаточно проанализировать лишь затраты, меняющиеся при изменении технологического процесса. Вычислять и включать в себестоимость затраты, не меняющиеся при изменении варианта процесса, не имеет смысла, так как при определении абсолютной величины экономии, достигаемой при применении более выгодного варианта, одинаковые слагаемые себестоимости взаимно уничтожаются.

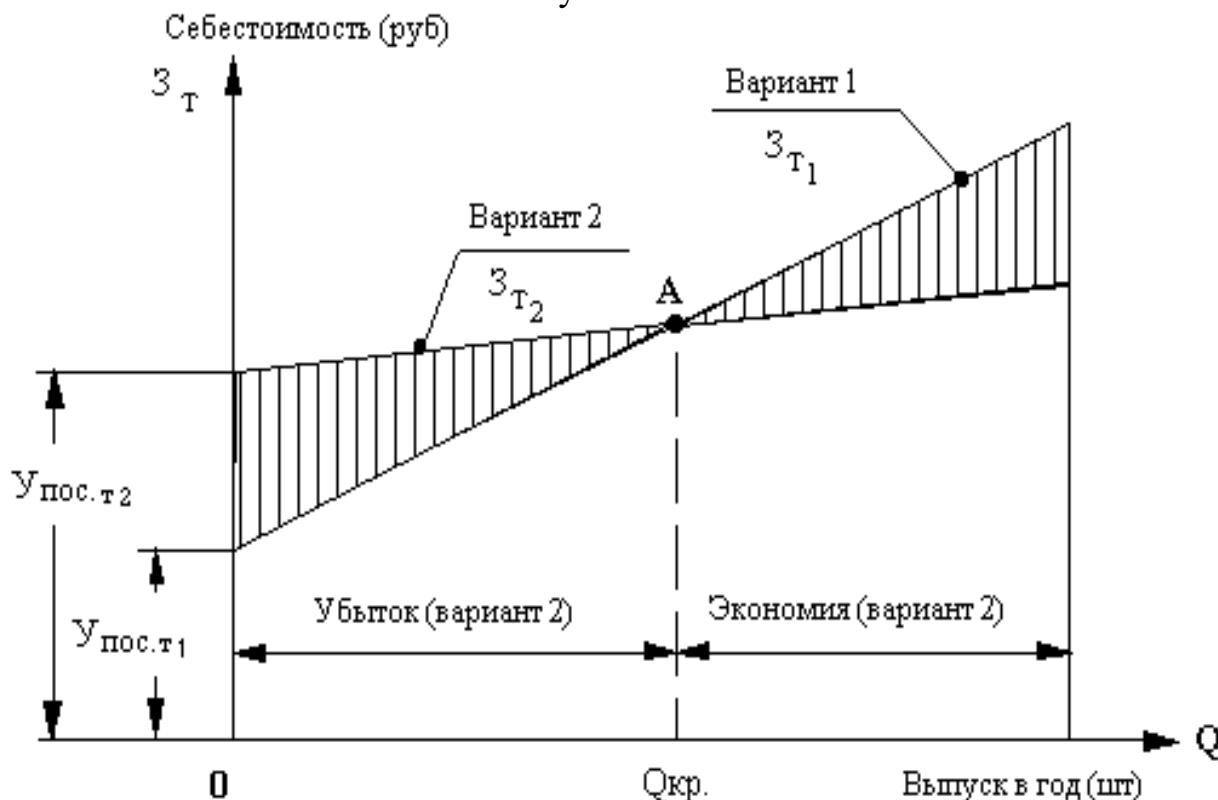


Рис. 1. График сравнительной оценки

Сравнение вариантов технологического процесса по себестоимости производится следующим образом. Вычисляются значения Z_{T1} и Z_{T2} двух вариантов и строятся графики их зависимости от Q (см. рис. 1).

Точка А пересечения графиков определяет критическое количество деталей $Q_{кр}$, при котором оба варианта будут равноценными. При объеме выпуска меньше критического более экономичным будет вариант 1, а при количестве изделий больше критического - вариант 2.

Выбор наиболее экономичного варианта реализации технологического процесса из множества возможных способов изготовления продукции следует в общем случае осуществлять по минимуму приведенных затрат, которые принимаются в качестве критерия оптимальности. Однако для сопоставления вариантов технологических процессов во многих случаях достаточно ограничиться расчетом технологической себестоимости выпуска.

Поэтому в дальнейшем в качестве ценовой функции используются не полные приведенные затраты, а минимум суммы.

Организационная подготовка производства. Функции организационной подготовки производства:

- 1) плановые (в том числе предпроизводственные расчеты хода производства, загрузки оборудования, движения материальных потоков, выпуска на стадии освоения);
- 2) обеспечивающие (кадрами, оборудованием, материалами, полуфабрикатами, финансовыми средствами);
- 3) проектные (проектирование участков и цехов, планировка расположения оборудования).

В процессе организационной подготовки производства (ОПП) используются конструкторская, технологическая документации и данные для проведения технологической подготовки производства. Этапы ОПП и их содержание, приведенные в табл. 2:

Таблица 2

Этапы и содержание работ ОПП	Исполнители
Планирование и моделирование процессов ОПП	Отдел планирования подготовки производства (ОППП)
Изготовление специальной технологической и контрольной оснастки	Отдел инструментального хозяйства (ОИХ). Инструментальные цехи
Расчеты количества и номенклатуры дополнительного оборудования, размещение заказов на оборудование	ОГТ (бюро мощностей). ОКС (или ОМТС)
Расчеты движения деталей и хода будущего производства; загрузки рабочих мест; циклов, величин партий, заделов	Планово-диспетчерский отдел (ПДО). Отделы главных специалистов (ОГТ, ОГС, ОГМет и др.)
Планирование работы вспомогательных цехов и служб, а также обслуживающих подразделений	ОИХ, отдел главного механика (ОГМ), отдел главного энергетика (ОГЭ), транспортный отдел
Расчеты и проектирование планировок оборудования и рабочих мест, формирование производственных участков	Отделы главных специалистов (ОГТ, ОГС, ОГМет и др.); ООТ и З
Проектирование и выбор межоперационного транспорта, тары, оргоснастки и вспомогательного оборудования; составление заявок и размещение заказов	Отдел механизации и автоматизации (ОМА). Отделы главных специалистов (ОГТ, ОГС, ОГМет и др.), ОМТС
Изготовление средств транспорта, тары, оргтехоснастки и прочего вспомогательного оборудования	Цехи вспомогательного производства, ОМА
Приемка, комплектация и расстановка основного, вспомогательного оборудования, оргтехоснастки на рабочих местах	ОГМ, ОГЭ, ОМА, цехи вспомогательного производства
Обеспечение материалами, заготовками, деталями и узлами, получаемыми по кооперации	ОМТС, отдел внешней кооперации (ОВК), отдел комплектации (ОКП)
Подготовка и комплектование кадров	Отдел кадров (ОК), отдел подготовки кадров (ОПК), ООТ и З

Продолжение табл. 2	
Организация изготовления опытной и установочной партий; развертывание производства новых изделий	Производственный отдел (ПО). Производственные цехи, отделы главных специалистов
Определение себестоимости и цены изделий	ПЭО, отдел маркетинга
Подготовка обеспечения товародвижения, распространения новых изделий и стимулирования сбыта	Отдел маркетинга

Начальный этап освоения выпуска новых изделий характеризуется повышенными издержками. По мере наращивания объема выпуска новых изделий происходит снижение издержек. Минимизация потерь связана с характеристикой наращивания выпуска, которая в свою очередь зависит от снижения трудоемкости изделия в процессе освоения. Для каждого конкретного предприятия, которое характеризуется выпуском конкретного вида изделий, определенным уровнем технологии и организации, можно установить корреляционную связь между суммарным объемом выпуска и его трудоемкостью на основе статистических данных по освоению производства аналогичных изделий.

Принято считать коэффициентом освоения (K_{oc}) то снижение себестоимости, которое будет достигнуто при каждом удвоении выпуска продукции. Показатель b и коэффициент освоения K_{oc} связаны между собой зависимостью

$$B = \log K_{oc} / \log 2. \quad (6)$$

Практика показывает, что для приборостроительных предприятий K_{oc} лежит в пределах 0.7-0.9. Чем меньше K_{oc} (и соответственно больше показатель b), тем большие потери несет предприятие на этапе освоения.

Примерный упрощенный сетевой граф подготовки производства приведен в приложении 2

Ускорение организации производства. Подготовка производства - сложный процесс, состоящий из многих стадий и занимающий существенное время. Если завод-изготовитель входит в состав организации, выполняющей НИОКР, то возможно и целесообразно сквозное внутрифирменное планирование всего жизненного цикла изделия с временным перекрытием определенных этапов, хотя это и увеличивает риск возможных экономических потерь в случае неудачи на каком-либо этапе. В случае полной уверенности в НИОКР возможно максимальное запараллеливание процессов разработки и подготовки производства. Один из вариантов осуществления этого приведен ниже. Разумеется, для конкретных НИОКР такие совмещения требуют соответствующей корректировки (табл. 3).

Таблица 3

Распределение работ по КПП, ТПП и ОПП на различных этапах ОКР.

Этапы ОКР	КПП	ТПП	ОПП
ТЗ на ОКР. Техническое предложение	Предварительные расчеты и уточнение требований ТЗ	Определение базовых показателей технологичности. Метрологическое обеспечение разработки.	Разработка проекта комплексного графика мероприятий по подготовке производства (КГМП).
Эскизный проект	Разработка комплекта документов	Анализ конструкции на технологичность. Определение техпроцессов, подлежащих разработке	Согласование КГМП. Анализ технического уровня производства
Технический проект	Разработка комплекта документов. Разработка КД на спецоснастку, технологическое оборудование, средства контроля и испытаний.	Отработка конструкции на технологичность. Разработка новых техпроцессов и совершенствование существующих. Метрологическая экспертиза обеспечения производства	Утверждение КГМП. Разработка проекта организации производства. Расчет потребности в оборудовании и в производственных мощностях. Разработка предложений по кооперации.
Рабочий проект, изготовление и испытания опытного образца	Разработка комплекта документов. Изготовление и предварительные испытания опытного образца	Отработка конструкции на технологичность. Уточнение номенклатуры техпроцессов. Разработка техпроцессов изготовления новых деталей и сборочных единиц, КД на спецоснастку, средства автоматизации производства. Испытание средств технологического оснащения. Разработка технологической документации для условий серийного производства	Размещение заказов на материалы и комплектующие изделия. Уточнение потребности в оборудовании и производственной мощности. Разработка вопросов обеспечения производства, проекта организации труда и зарплаты, расходных норм и нормативов. Изготовление головных образцов, специальной технологической оснастки, средств контроля
Отработка документации по результатам испытаний	Комплект отработанных документов	Уточнение комплекта технологической документации для условий серийного производства	Разработка расходных нормативов и составление нормативных и плановых калькуляций себестоимости изделия
Подготовка производства	Техническая помощь предприятию. Отработка конструкторской документации	Работы по освоению новых техпроцессов	Изготовление оснастки серийного производства. Дооборудование цехов и участков. Планирование изготовления опытной партии.

2. ДОМАШНИЕ ЗАДАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИХ ВЫПОЛНЕНИЮ

2.1. Задание первое

Ознакомьтесь с типовой технологией сборки сборочных единиц и организационными формами сборки.

При выполнении задания изучите материал разделов 6.1-6.4 учебника /1/. При этом необходимо обратить внимание на характерные особенности традиционной технологии, реализуемой на механизированных и автоматизированных поточных линиях сборки. В результате проработки вышеуказанного материала должны быть сформированы представления о том, при каких условиях возможна организация сборки с использованием поточных линий.

2.3. Задание второе

Изучите математические методы исследования ТП.

Математические методы исследования ТП изложены в главе 3 учебника /1/.

3. ВОПРОСЫ К ДОМАШНИМ ЗАДАНИЯМ

3.1. Какие математические модели используются для описания и исследования ТП сборки изделий?

3.2. В каких случаях можно воспользоваться детерминированной или стохастической моделью?

3.3. В чем состоит сущность статического моделирования?

3.4. Приведите обобщенную структурную схему сборки РЭС.

3.5. Назовите формы организации сборочных процессов.

4. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАДАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИХ ВЫПОЛНЕНИЮ

4.1. Задание первое

Получите у преподавателя исходные данные. Исходными данными для выполнения работы являются спецификация и чертеж сборочной единицы, а также значения исследуемых факторов, к которым относятся λ или σ . Значения λ и σ задаются для двух случаев и являются в отличие от реальной ситуации усредненными величинами для данного ТП. Для моделирования ТП необходимо также иметь значение календарного периода. Как отмечено выше, в используемой модели T равно 8 часам.

4.2. Задание второе

Для каждого ведомого полуфабриката определить длительность присоединения его к ведущему полуфабрикату $\tau_{ij}^{(e\delta)}$. Время, необходимое для выполнения элементарной операций определяется, используя эмпирические выражения и таблицы.

Полученные значения $\tau_{ij}^{(e\delta)}$ округлите до двух знаков после запятой.

4.3. Задание третье

Используя значения $\tau_{ij}^{(e\delta)}$, расчлени процесс сборки на n операций с одинаковой, по возможности, длительностью $\tau_i^{(e\delta)}$ вычисленной по формуле

$$\tau_i^{(e\delta)} = \sum_{j=1}^e \tau_{ij}^{(e\delta)} \quad (7)$$

причем операции не должно быть более 8, а число ведомых полуфабрикатов, присоединяемых на одной операции, не более 15, так как это ограничено возможностями программы.

При группировании полуфабрикатов по операциям необходимо также учесть логическую последовательность выполнения работ.

Результаты выполнения задания занесите в табл. 4, в последнюю колонку этой таблицы занесите значения вероятности брака каждого

полуфабриката, взятые из табл.2. Следует иметь в виду, что в табл. 5 приведены оценочные значения Р.

Таблица 4

Номер операции	Номер позиции ведомого полуфабриката	Длительность операции,	Вероятность брака ведомого полуфабриката, Р
1	Поз.3	1,15	0,005
	Поз.4		0,005
	Поз. 9		0,02
	Поз.10		0.02
2	Поз. 2	1,11	0.007
	Поз. 5		0,005
	Поз.6		0.005
	Поз. 7		0.005
	Поз.8		0.005

Таблица 5

Наименование полуфабриката	Вероятность брака ведомого полуфабриката, Р
Детали крепления	0,003
Детали механических конструкций	0,004
Диод	0,015
Катушка индуктивности	0,04
Конденсатор	0,007
Микросхема	0,03
Резистор	0,005
Реле	0,02
Транзистор	0,02
Трансформатор	0,04

4.4. Задание четвертое

Для исследования влияния на параметры ТП количества операций повторите выполнение задания 4.3, причем, количество операций п на которые Вы повторно расчленили ТП должно отличаться от предыдущего значения.

4.5. Задание пятое

4.5.1. Вызовите программу «СТАТМОД EXE», введите данные, полученные при выполнении третьего задания в компьютер, а также исходные данные (λ_1 или σ_1).

4.5.2. Получите зависимость числа годных $N^{(r)}$ и числа бракованных $N^{(6)}$ изделий от такта сборки. Такт сборки изменяется варьированием K с шагом ΔK равным 0,05. Пределы варьирования K определяются необходимостью исключения брака на всех технологических операциях сборки, т.е. выполнения условия (1).

4.5.3. Введите данные, полученные при выполнении третьего задания, и исходные данные (λ_2 или σ_2), повторите действия пункта 4.5.2.

4.5.4. Повторите действия пунктов 4.5.1 - 4.5.3. используя данные, полученные при выполнении четвертого задания.

4.6. Задание шестое

4.6.1. По результатам моделирования постройте графики зависимости $N^{(r)} = f(\tau^{(T)})$, $N^{(6)} = f(\tau^{(T)})$.

4.6.2. Проведите анализ полученных результатов и выберите наиболее рациональный ТП сборки по наименьшему штучному времени ($T_{шт}$) при равных показателях качества (% бракованных изделий).

4.6.3. Для рационального ТП сборки постройте график распределения брака по операциям

5. УКАЗАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЕТА

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- наименование работы;
- исходные данные для моделирования (спецификацию и эскиз сборочной единицы, содержание ТП);
- значения исследуемых параметров моделируемого ТП (n, X, o);
- краткое описание проделанной работы, результаты выполнения лабораторных заданий и листинги моделирования;
- выводы по результатам работы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Технология и автоматизации производства радиоэлектронной аппаратуры [Текст]: учебник для вузов / И.П. Бушминский, О.Ш. Дантов, А.П. Достанко и др.; под ред. А.П. Достанко, Ш.А. Четдарова. - М.: Радио и связь, 1989. - 624 с.
2. ОСТ Г0.054.265 - 80. Аппаратура радиоэлектронная. Сборочно - монтажное производство. Установка электрорадиоэлементов на печатные платы. Типовые технологические операции.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения.....	1
2. Домашние задания и методические указания по их выполнению.....	4
3. Вопросы к домашнему заданию.....	4
4. Лабораторные задания и методические указания по их выполнению.....	5
5. Указания по оформлению отчета.....	7
6. Библиографический список.....	11

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторной работе "Статистическое моделирование технологических процессов сборки узлов РЭС" по дисциплине «Технология приборов и систем» «Технология производства электронных средств» для студентов направлений 200100.62 «Приборостроение» (профиль «Приборостроение») и 211000.62 «Конструирование и технология электронных средств» (профиль «Проектирование и технология радиоэлектронных средств») очной формы обучения

Составитель

Антиликаторов Александр Борисович

В авторской редакции

Подписано к изданию 26.02.2015

Уч.- изд. л. 1,0