

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники

К.Н. Афонин

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ПРОИЗВОДСТВА
ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ**

Методические указания по организации самостоятельной работы
для студентов направления 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств»

Томск
2022

УДК 65.014.12
ББК 30.606
А 94

Рецензент:

Туев В.И., профессор, заведующий кафедрой
радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга, д-р техн. наук

Афонин, Кирилл Нильевич

А 94 Технологическая подготовка производства электронных средств: методические указания по организации самостоятельной работы для студентов направления 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств» / К.Н. Афонин. – Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2022. – 13 с.

А94 Целью дисциплины «Технологическая подготовка производства электронных средств» являются обучение студентов основам технологической подготовки производства электронных средств. Курс формирует у студентов понятия, знания и компетенции в областях организации современного производства радиоэлектронной аппаратуры, единой системы технологической подготовки производства, этапов разработки технологических процессов.

Пособие предназначено для студентов направления 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств» (бакалавриат).

Одобрено на заседании кафедры РЭТЭМ протокол № 78 от 16.02.2022.

УДК 65.014.12
ББК 30.606

© Афонин К.Н., 2022
© Томск. гос. ун-т систем упр.
и радиоэлектроники

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 Система оценки успеваемости студентов	5
2 Оценочные материалы	6
2.1 Темы практических занятий.....	6
2.2 Перечень тем для выступления (доклада) на занятии	6
2.3 Перечень тестовых заданий.....	6
2.4 Темы опросов на занятиях.....	11
2.5 Перечень вопросов для зачёта.....	11
Список рекомендуемой литературы	13

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Технологическая подготовка производства электронных средств» направлена на изучение студентами основ технологической подготовки производства электронных средств (ЭС). Основные задачи дисциплины:

- 1) изучение организации современного производства радиоэлектронной аппаратуры;
- 2) рассмотрение единой системы технологической подготовки производства;
- 3) освоение студентами основных понятий и определений в теории и практике производственных технологий;
- 4) изучение студентами этапов разработки технологических процессов.

Содержание дисциплины разделено на три раздела и представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание дисциплины

Название разделов дисциплины	Содержание разделов дисциплины
Организация производства электронных средств	Организация производства радиоэлектронной аппаратуры. Современное предприятие. Производственный процесс. Производственная структура предприятия. Формы специализации цехов. Основные понятия технологии производства аппаратуры. Технологические особенности радиоэлектронной аппаратуры. Типы производства. Технологические процессы в производстве электронных средств. Организация технологической подготовки производства.
Единая система технологической подготовки производства	Основные задачи и цели единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП). Этапы разработки технологических процессов. Требования ЕСТПП к технологическим процессам. Цели и задачи автоматизированной системы технологической подготовки производства (АСТПП). Средства технологического оснащения производства электронных средств.
Основы построения технологических систем	Основные понятия и определения в теории и практике производственных технологий. Иерархический подход в конструировании и технологии электронных средств. Особенности электронных средств. Технология электронных средств как сложная система. Основные направления развития технологии электронных средств. Построение технологического процесса в зависимости от типа производства. Классификация технологических процессов. Этапы разработки технологических процессов. Анализ и расчет технологичности конструкции изделия. Устойчивость технологического процесса. Структура жизненного цикла электронных средств длительного функционирования.

1 Система оценки успеваемости студентов

Оценка успеваемости студентов проводится по балльно-рейтинговой системе. Максимальное количество баллов, получаемое в течение семестра, указано в таблице 2.

Таблица 2 – Балльные оценки

Форма контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
Выступление (доклад) на занятии	5	5	5	15
Зачёт	5	5	5	15
Практическое задание	5	5	10	20
Тестирование	5	5	5	15
Мультимедийная презентация	5	5	10	20
Отчет по практическому занятию (семинару)	5	5	5	15
Итого максимум за период	30	30	40	100
Нарастающим итогом	30	60	100	100

2 Оценочные материалы

2.1 Темы практических занятий

- 1) Современное предприятие. Производственный процесс.
- 2) Основные понятия технологии производства аппаратуры. Типы производства.
- 3) Производственная структура предприятия. Формы специализации цехов.
- 4) Этапы разработки технологических процессов.
- 5) Требования ЕСТПП к технологическим процессам.
- 6) Единая система технологической документации (ЕСТД).
- 7) Основные понятия и определения в теории и практике производственных технологий.
- 8) Иерархический подход в конструировании и технологии электронных средств.
- 9) Основные технологические документы.
- 10) Этапы разработки технологических процессов. Разработка технологической документации по правилам ЕСТД.
- 11) Анализ технологичности электронных средств.

2.2 Перечень тем для выступления (доклада) на занятии

- 1) Титульный лист (ТЛ)
- 2) Маршрутная карта (МК)
- 3) Операционная карта (ОК)
- 4) Карта типового ТП (КТТП)
- 5) Карта типовой операции (КТО)
- 6) Карта эскизов (КЭ)
- 7) Технологическая инструкция (ТИ)
- 8) Карта технологического процесса (КТП)
- 9) Комплектовочная карта (КК)
- 10) Технологическая ведомость (ТВ)
- 11) Ведомость оснастки (ВО)
- 12) Ведомость материалов (ВМ)
- 13) Ведомость деталей (сборочных единиц) (ВТП)
- 14) Ведомость технологических документов (ВТД)
- 15) Ведомость сборки изделия (ВСИ)
- 16) Ведомость удельных норм расхода материалов (ВУН)
- 17) Техничко-нормировочная карта (ТНК)
- 18) Карта наладки (КН)
- 19) Ведомость применяемости (ВП)
- 20) Ведомость дефектации (ВД)

Требования к докладам:

- презентация на 10-12 слайдов;
- отразить назначение документа, описать его содержание, типовые формы и правила оформления, привести примеры;
- уметь пояснять информацию в примерах.

2.3 Перечень тестовых заданий

- 1) Что означает термин «производственно-техническое единство» современного предприятия?

- а) наличие единого управленческого аппарата и наличия единой для предприятия системы документооборота
 - б) соответствие основных фондов предприятия (оборудования и площадей) характеру определенной деятельности
 - в) формирование коллектива работников, состоящего из различных групп всех специальностей, необходимых для производства определенной продукции
 - г) единство материальной базы предприятия в виде имущества и финансов и рентабельность работы
- 2) К какому виду процессов относятся процессы, в ходе которых происходит непосредственное изменение форм, размеров, свойств, внутренней структуры предметов труда и превращение их в готовую продукцию?
- а) основные производственные процессы
 - б) вспомогательные производственные процессы
 - в) обслуживающие производственные процессы
 - г) второстепенные производственные процессы
- 3) Как называют законченную часть перехода, состоящую из однократного перемещения инструмента относительно заготовки и сопровождающуюся изменением свойств или формы заготовки?
- а) вспомогательный ход
 - б) технологический переход
 - в) рабочий ход
 - г) технологическая операция
- 4) Какой принцип организации производственного процесса предполагает разделение производственного процесса на отдельные технологические процессы, которые в свою очередь подразделяются на операции, переходы, приемы?
- а) принцип дифференциации
 - б) принцип специализации
 - в) принцип пропорциональности
 - г) принцип концентрации операций и интеграции
- 5) Что предполагает организация производственного процесса по принципу прямооточности?
- а) обеспечение кратчайших путей прохождения деталей и сборочных единиц по всем стадиям и операциям
 - б) работники трудятся без простоев, а оборудование работает без перерывов
 - в) выделение на предприятии цехов, участков, линий и отдельных рабочих мест, которые изготавливают продукцию ограниченной номенклатуры
 - г) равную пропускную способность всех производственных подразделений
- 6) Как в производстве называют изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций?
- а) деталь
 - б) сборочная единица
 - в) комплекс
 - г) комплект
- 7) Какие типы цехов выделяют в структуре предприятия?
- а) основной
 - б) вспомогательный
 - в) подсобный
 - г) всё вышперечисленное
- 8) Как организовано производство при предметно-технологической форме специализации цехов?
- а) выполнение однотипных операций для большого количества деталей

- б) изготовление определённого количества деталей
 - в) заготовительные цехи выполняют однотипные операции для большого количества деталей, а обрабатывающие и сборочные изготавливают детали узкой номенклатуры
 - г) ни одно из перечисленного
- 9) Каким термином называют два или более изделия, несоединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенные для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций?
- а) деталь
 - б) сборочная единица
 - в) комплекс
 - г) комплект
- 10) Какое изделие из нижеперечисленных подлежит соединению на предприятии-изготовителе сборочными операциями?
- а) деталь
 - б) сборочная единица
 - в) комплекс
 - г) комплект
- 11) Для какого типа производства взаимозаменяемость деталей отсутствует?
- а) единичное
 - б) серийное
 - в) массовое
 - г) мелкосерийное
- 12) Какой из методов нельзя отнести к электромонтажным работам?
- а) пайка
 - б) сварка
 - в) механическое контактирование
 - г) нанесение проводящего рисунка
- 13) Как называют орудия производства, в которых функции управления выполняют машины, приборы и ЭВМ?
- а) средства механизации
 - б) средства автоматизации
 - в) технологическое оборудование
 - г) средства измерения
- 14) Что такое "наладка технологического оборудования"?
- а) подготовка технологического оборудования и оснастки к выполнению определенной технологической операции
 - б) дополнительная регулировка технологического оборудования и оснастки в процессе работы для восстановления достигнутых при наладке значения параметров, утраченных с течением времени
 - в) интервал календарного времени от начала до конца периодически повторяющихся технологических операции
 - г) интервал времени, через который периодически производится выпуск деталей определенного наименования
- 15) Как называют орудия производства, в которых для выполнения определённой части ТП размещаются материалы или заготовки и средства воздействия на них?
- а) средства механизации
 - б) средства автоматизации
 - в) технологическое оборудование
 - г) технологическая оснастка

- 16) Что входит в основную деятельность технолога на предприятии?
а) организация и управление процессами технологической подготовки производства
б) отладка производственных процессов
в) конструирование специальной технологической оснастки
г) разработка технологических процессов
д) всё вышеперечисленное
- 17) Что из перечисленного не входит в единую систему технологической документации (ЕСТД)?
а) система обозначений технологической документации
б) методы и инструкции по применению заготовок, сборочных единиц и дополнительных устройств (приспособлений)
в) система обозначений конструкторской документации
г) единые этапы, виды и комплектацию технологических документов
- 18) Что является целью создания автоматизированной системы технологической подготовки производства (АСТПП)?
а) решение все более сложных задач организации и управления производственным процессом
б) повышение уровня технического оснащения
в) совершенствование методов подготовки
г) ускорение и совершенствование технологической подготовки производства (ТПП) с применением современных средств вычислительной и организационной техники
- 19) Что из перечисленного не является этапом производства электронного средства (ЭС)?
а) заготовка материалов
б) изготовление деталей, входящих в состав ЭС
в) регулировка и доводка ЭС по параметрам до уровня, определяемого заданными техническими условиями и соответствующей технической документацией
г) монтаж и сборка всех деталей в узлы, блоки и ЭС в целом
- 20) По какому из признаков различают элементы ЭС в зависимости от физических явлений и законов, положенных в основу их функционирования?
а) функциональные признаки
б) конструктивно-технологические признаки
в) физические признаки
г) нет верного ответа
- 21) Что из перечисленного относится к электронному модулю первого уровня в иерархическом подходе в конструировании и технологии ЭС?
а) электрорадиоэлементы
б) печатный узел
в) блок
г) шкаф
- 22) Что не является основным показателем качества изготовленных изделий?
а) точность сформированных физических свойств
б) точность размеров и формы элементов деталей
в) надежность
г) эргономичность
- 23) Что входит в понятие «безотказность»?
а) свойство изделия сохранять работоспособность в течение некоторой наработки без вынужденных перерывов
б) свойство изделия сохранять обусловленные эксплуатационные показатели в

- течение и после заданного срока хранения и транспортирования
- в) свойство изделия длительно сохранять работоспособность в определенных режимах и условиях эксплуатации до разрушения или другого предельного состояния
- г) свойство изделия, характеризующее его приспособленность к предупреждению, обнаружению и устранению отказов и неисправностей путем проведения техобслуживания и ремонта
- 24) По какому из признаков различают элементы ЭС в зависимости от физических явлений и законов, положенных в основу их функционирования?
- а) функциональные признаки
 - б) конструктивно-технологические признаки
 - в) физические признаки
 - г) нет верного ответа
- 25) Какая наиболее трудоемкая стадия производства ЭС?
- а) механообработка
 - б) сборка
 - в) электрический монтаж
 - г) наладка
- 26) Для какого типа производства характерен коэффициент закрепления операций, равный 22?
- а) единичное производство
 - б) мелкосерийное производство
 - в) среднесерийное производство
 - г) крупносерийное производство
- 27) К какому виду технологических процессов (ТП) отнести ТП изготовления группы изделий с общими конструктивными и технологическими признаками?
- а) единичный ТП
 - б) типовой ТП
 - в) групповой ТП
 - г) основной ТП
- 28) Что входит в операционное описание технологических процессов (ТП)?
- а) сокращенное описание всех технологических операций без указания переходов и технологических режимов
 - б) полное описание всех ТП в последовательности их выполнения с указанием переходов и технологических режимов
 - в) сокращенное описание технологических операций с полным описанием отдельных операций в других ТП
 - г) ничего из перечисленного
- 29) С какой стадии разработки начинается разработка технологической документации в единой системе технологической документации (ЕСТД)?
- а) опытный образец
 - б) серийное производство
 - в) предварительный проект
 - г) массовое производство
- 30) На какой стадии разработки конструкторской документации не разрабатывают технологическую документацию?
- а) техническое предложение
 - б) эскизный проект
 - в) технический проект
 - г) рабочая конструкторская документация

2.4 Темы опросов на занятиях

- 1) Организация производства радиоэлектронной аппаратуры.
- 2) Современное предприятие.
- 3) Производственный процесс.
- 4) Производственная структура предприятия.
- 5) Формы специализации цехов.
- 6) Основные понятия технологии производства аппаратуры.
- 7) Технологические особенности радиоэлектронной аппаратуры.
- 8) Типы производства.
- 9) Технологические процессы в производстве электронных средств.
- 10) Организация технологической подготовки производства.
- 11) Основные задачи и цели единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП).
- 12) Этапы разработки технологических процессов.
- 13) Требования ЕСТПП к технологическим процессам.
- 14) Цели и задачи автоматизированной системы технологической подготовки производства (АСТПП).
- 15) Средства технологического оснащения производства электронных средств.
- 16) Основные понятия и определения в теории и практике производственных технологий.
- 17) Иерархический подход в конструировании и технологии электронных средств.
- 18) Особенности электронных средств.
- 19) Технология электронных средств как сложная система.
- 20) Основные направления развития технологии электронных средств.
- 21) Построение технологического процесса в зависимости от типа производства.
- 22) Классификация технологических процессов.
- 23) Этапы разработки технологических процессов.
- 24) Анализ и расчет технологичности конструкции изделия.
- 25) Устойчивость технологического процесса.
- 26) Структура жизненного цикла электронных средств длительного функционирования.

2.5 Перечень вопросов для зачёта

- 1) Производственный процесс – структура и основные понятия.
- 2) Принципы организации производственных процессов.
- 3) Производственный цикл изготовления изделий. Понятие и структура.
- 4) Типы производственной структуры предприятия. Цех – понятие и виды.
- 5) Изделие, деталь, сборочная единица, комплекс, комплект, РЭА. Определения и примеры.
- 6) Типы производства и коэффициент закрепления операций.
- 7) Технологический процесс. Понятие, виды, исходные данные для разработки.
- 8) Технологическая подготовка производства. Понятие и основные задачи.
- 9) Этапы разработки технологических процессов.
- 10) Средства технологического оснащения. Понятия, примеры.
- 11) Основная деятельность технолога на предприятии.
- 12) Стадии разработки технологических документов. Связь со стадиями разработки конструкторских документов.
- 13) Технологический регламент производства.
- 14) Себестоимость изделия и структура технологической системы.

- 15) Технологическая оптимизация. Объект, примеры.
- 16) Этапы разработки частного технологического процесса: определение структуры процесса, выбор технологического оборудования, выбор средств технологического оснащения.
- 17) Этапы разработки частного технологического процесса: выбор измерительного инструмента и контрольных приспособлений, расчет режимов обработки и технических норм времени.
- 18) Этапы разработки частного технологического процесса: проектирование технологических процессов сборки, выбор оптимального варианта ТП, оформление технической документации.
- 19) Системы обозначений конструкторских и технологических документов. Структура и примеры.
- 20) Технологичность. Показатели технологичности.
- 21) Связь технологичности конструкции изделия и его качества.
- 22) Структура взаимосвязи процессов разработки конструкции изделия со сферами проявления её свойств.
- 23) Методы и приёмы, используемые при отработке конструкции на технологичность.
- 24) Количественная оценка технологичности конструкции.
- 25) Этапы отработки изделия на технологичность.
- 26) Содержание технологического контроля в зависимости от этапа разработки конструкторской документации.
- 27) Классификация показателей технологичности.
- 28) Показатели технологичности электронных средств, характеризующие конструкцию.
- 29) Показатели технологичности электронных средств, характеризующие технологию изготовления изделий.
- 30) Устойчивость технологического процесса и структура жизненного цикла электронных средств длительного функционирования.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Юрков, Н. К. Технология производства электронных средств: учебник / Н. К. Юрков. – 2-е изд., испр., доп. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 480 с. – ISBN 978-5-8114-1552-6. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/211457> (дата обращения: 10.02.2022).
2. Основы проектирования электронных средств: Учебное пособие / В. Г. Козлов, А. А. Чернышев, Ю. П. Кобрин – 2012. 149 с. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2783> (дата обращения: 10.02.2022)
3. Технология и автоматизация производства радиоэлектронной аппаратуры: Учебник для вузов / И. П. Бушминский, О. Ш. Даутов, А. П. Достанко и др.; Ред. А. П. Достанко, Ред. Ш. М. Чабдаров. - М.: Радио и связь, 1989. - 624 с.
4. Технология и автоматизация производства электронных приборов и устройств: учебное пособие / Л. Н. Орликов; Министерство образования Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск: ТМЦДО, 2000 - Ч. 1. - 118 с.
5. Технология и автоматизация производства электронных приборов и устройств: учебное пособие / Л. Н. Орликов; Министерство образования Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск: ТМЦДО, 2000 - Ч. 2. - 88 с.
6. Организация и планирование радиотехнического производства: учебное пособие для вузов / В. Г. Новиков [и др.]; ред.: В. Г. Новиков, К. Д. Коноваленко. - Харьков: Вища школа, 1984. - 272 с.
7. Вейцман, Э. В. Технологическая подготовка производства радиоэлектронной аппаратуры: / Э. В. Вейцман, В. Д. Венбрин. – М.: Радио и связь, 1989. – 128 с.