

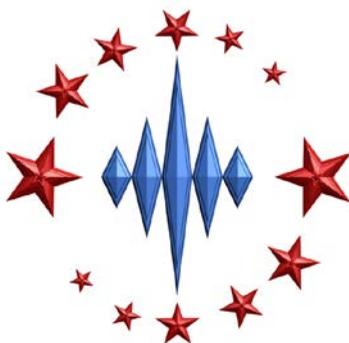
Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению всех видов практик для бакалавров направления  
12.03.01 «Приборостроение» (профиль «Приборостроение»)  
всех форм обучения



Воронеж 2021

УДК 621.3.049.7.002 (075)  
ББК 38.54

**Составители:**

канд. техн. наук И.С. Бобылкин,  
И.В. Свиридова,  
канд. техн. наук А.В. Турецкий.

Методические указания к выполнению всех видов практик для бакалавров направления 12.03.01 «Приборостроение» (профиль «Приборостроение») всех форм обучения / ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет»; сост., И.С. Бобылкин, И.В. Свиридова, А.В. Турецкий. Воронеж, 2021. 17 с.

Основной целью указаний является выработка навыков получения компетенций бакалавриата направления 12.03.01 «Приборостроение» (профиль «Приборостроение»).

Методические указания предназначены для проведения всех видов практик.

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле PR PS.pdf.

Библиогр. 1 назв.

**УДК 621.3.049.7.002 (075)**  
**ББК 38.54**

**Рецензент** - О.Ю. Макаров, д-р техн. наук, проф.  
кафедры конструирования и производства  
радиоаппаратуры ВГТУ

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

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Практическая подготовка бакалавров является важнейшей задачей учебного процесса. Этот вид обучения приобрел особую значимость в связи с развитием рыночных отношений в стране. В условиях жесткой конкуренции отечественных предприятий и зарубежных фирм практическая подготовка студентов должна предусматривать формирование у них умений и навыков проектировать и производить конкурентоспособные приборы, превосходящие по своим техническим и экономическим показателям аналоги, имеющиеся на рынке. Эта задача может быть осуществлена при нетрадиционном подходе к содержанию производственных практик и учебной научно-исследовательской работы (УНИР) студентов, выполняемой в 5, 6 и 7 семестрах. Его сущность заключается в реализации единого и неразрывного процесса: производственные практики УНИР - производственная практика - дипломное проектирование. Для того, чтобы производственные практики и УНИР были тесно связаны с дипломным проектированием профилирующие кафедры определяют тему дипломного проекта каждому студенту или 2-3 студентам при комплексной тематике и составляют индивидуальные задания по дипломному проектированию, которые должны быть проработаны во время технологической и конструкторской практик и в процессе УНИР.

При этом руководители дипломных проектов руководствуются следующим принципом: практическое обучение студентов должно охватывать не только вопросы конструкторско-технологического проектирования, но и схемотехнического проектирования по двум основным причинам:

- необходимость востребованности знаний студентов, полученных при изучении дисциплины «Схемотехника приборов» и других дисциплин приборостроительного профиля;
- повышение качества проектирования приборов за счет детального изучения, глубокого анализа и принятия

рациональных схемных решений, относящихся к объекту проектирования.

Для достижения высокого уровня практической подготовки студентов исключительно большое значение имеют вопросы развития у них навыков изобретательства и научно-технического творчества. Данным вопросам должно уделяться должное внимание на всех этапах практического обучения студентов.

Студенты заочной формы обучения проходят практики на производстве по месту работы в течение учебных семестров и представляют отчет руководителю практики.

## **2. ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ ПРАКТИК**

2.1 Общее руководство практиками осуществляется руководителем, входящим в состав учебно-методического управления университета.

2.2 Обязанности по организации, руководству и контролю за проведением практик возлагаются на деканат факультета радиотехники и электроники.

2.3 Учебно-методическое руководство и непосредственное проведение практик осуществляется профилирующими кафедрами.

2.4 Профилирующие кафедры обеспечивают выполнение всей работы по организации и проведению практик.

2.5 Подготовка каждой практики состоит из следующих этапов.

2.5.1 Заключение университетом договоров с предприятиями на проведение практик.

2.5.2 Назначение руководителей практик из числа наиболее опытных преподавателей.

2.5.3 Решение вопроса о назначении руководителей практик от предприятий.

2.5.4 Разработка индивидуальных заданий по практикам в соответствии с тематикой дипломного проектирования.

2.5.5 Разработка рабочих программ практик. Рабочая программа практики состоит из двух разделов: 1. Содержание практики. 2. Календарный график прохождения практики. Раздел 2 рабочей программы представляет собой перечень мероприятий, начиная от проведения организационных собраний в группах и кончая приемом отчетов по практике.

2.5.6 В процессе практики руководитель практики от профилирующей кафедры обязан:

- систематически контролировать выполнение календарного графика практики и консультировать студентов по вопросам рабочей программы практики;
- оказывать помощь руководителю практики от предприятия в организации и проведении теоретических занятий, экскурсий и других мероприятий;
- информировать кафедру о ходе прохождения практики;

2.5.7 Руководитель практики от предприятия осуществляет общее руководство практикой:

- обеспечивает проведение инструктажа по охране труда и технике безопасности;
- подбирает опытных специалистов в качестве руководителей практики студентов в цехах, отделах и лабораториях;
- организует совместно с руководителем практики от профилирующей кафедры чтение лекций по новейшим направлениям науки и техники, организации и проведении подготовки производства изделий и другой актуальной тематике;
- контролирует соблюдение практикантами производственной дисциплины и сообщает университету о всех случаях нарушения студентами правил внутреннего распорядка;
- отчитывается перед руководством предприятия за организацию и проведение практики.

2.5.8 По окончании практики руководитель практики от профилирующей кафедры составляет отчет по итогам практики. Не позднее, чем через месяц по окончании практики, отчет представляется в учебно-методическое управление университета.

2.5.9 Руководитель практики от профилирующей кафедры обобщает результаты выполнения студентами индивидуальных заданий, отбирает лучшие из них для выдвижения на конкурсы студенческих работ.

### **3. ОЗНАКОМИТЕЛЬНАЯ ПРАКТИКА**

#### **3.1 Цели и задачи практики**

Целями и задачами практики являются:

- ознакомление со структурой базового предприятия, функциями производственных подразделений и производственным процессом изготовления изделий;
- изучение тенденции развития электронных приборов, выпускаемых базовым предприятием, и их конструктивно-технологических особенностей;
- ознакомление с направлениями обеспечения высокого качества и надежности приборов и системой управления качеством изделий, действующей на базовом предприятии.

#### **3.2 Место и время практики**

Ознакомительная практика проводится в цехах базового предприятия ОАО «Электросигнал» в течение четырех недель. В отдельных обоснованных случаях местом практики могут быть профилирующие кафедры факультета радиотехники и электроники.

В течение первой недели студенты знакомятся с цехами, отделами и лабораториями предприятия. В это же время для студентов организуются лекции по тематике:

- история предприятия;
- новые направления в проектировании конструкций и технологии приборов, относящихся к изделиям базового предприятия;
- структура производственного процесса;
- конкурентоспособность приборов базового предприятия и пути совершенствования изделий для успешной их реализации на отечественном рынке.

В остальное время студенты осваивают основы технологии изготовления деталей, сборочных единиц и общей сборки изделий.

### 3.1 Содержание практики

- Студенты должны изучить следующие вопросы:
- конструкции деталей, сборочных единиц и приборов, выпускаемых предприятием;
- структура частных технологических процессов;
- прогрессивные методы формообразования деталей, сборки, монтажа и регулировки изделий;
- методы входного контроля материалов, электрорадиоэлементов и комплектующих изделий, межоперационного и выходного контроля;
- пути повышения производительности труда и роль автоматизированных средств в решении этой задачи;
- вклад частных технологических процессов в себестоимость приборов;
- влияние технологических процессов на экологичность цехов и участков и меры по обеспечению безопасных условий труда;
- метрологическое обеспечение техпроцессов.

## **4. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА (РАССРЕДОТОЧЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ)**

### 4.1 Цели и задачи практики

Целями и задачами практики являются:

- закрепление, углубление и расширение теоретических знаний технологического профиля;
- подготовка студентов к изучению дисциплины «Технология приборов»;
- освоение функций и задач технологической подготовки производства изделий;
- выполнение индивидуального задания по теме дипломного проекта;

- изучение конструкций и методов изготовления технологического оснащения, используемого для изготовления деталей;
- ознакомление с технологическим оборудованием, средствами регулировки, контроля и испытаний электронных приборов;
- изучение методики нормирования технологических операций;
- анализ трудоемкости изготовления деталей, сборочных единиц и общей сборки приборов;
- анализ возможных путей снижения себестоимости приборов;
- анализ статистических данных образования брака по технологическим операциям и разработка предложений по снижению уровня бракованных деталей, сборочных единиц и изделий;
- изучение технологии утилизации отходов производства;
- изучение правил техники безопасности и охраны труда.

#### 4.2 Место и время практики

- Место практики ОАО «Концерн «Созвездие» и ОАО «Электросигнал». Продолжительность практики 18 недель в течение 4 семестра. Примерное распределение рабочего времени, отведенного на практику, следующее:
  - получение задания и инструктаж - 5%;
  - освоение особенностей и содержания технологии производственных подразделений (цехов, участков и технологических лабораторий) - 10%;
  - работа с технологической документацией, выполнение индивидуального задания - 50%;
  - работа по анализу причин образования брака - 15%;
  - работа с документацией по технике безопасности и охране окружающей среды - 5%;
  - оформление отчета - 15%.
- Студенты должны изучить следующие вопросы:

- конструкционные и технологические свойства материалов, применяемых для производства приборов базового предприятия;
- структура технологических процессов изготовления деталей;
- физико-химические явления, лежащие в основе наиболее важных технологических операций;
- методы формообразования деталей из металлических и неметаллических материалов;
- причины брака в процессе формообразования деталей;
- технологическое оснащение для изготовления деталей;
- характеристики технологического оборудования;
- пути повышения технологичности деталей и снижения затрат на их изготовление;
- организация техники безопасности и охраны труда при реализации технологических процессов;
- мероприятия по охране окружающей среды.
- Индивидуальное задание
- Индивидуальное задание должно предусматривать разработку технологии изготовления одной или двух основных деталей, которые предположительно могут входить в объект дипломного проектирования.
- Примерами таких деталей являются:
  - металлические и неметаллические корпуса приборов;
  - несущие детали сложной конфигурации, выполняемые литьем, фрезерованием и другими способами механической обработки;
  - радиаторы для отвода тепла от теплонагруженных электрорадиоэлементов.

Так как во время производственной технологической практики конструкторская документация проектируемого изделия еще не имеется, технологическое проектирование осуществляют применительно к деталям аналогов объекта проектирования; технологию изготовления деталей по необходимости

сти корректируют после разработки конструкции изделия. При проектировании технологии изготовления деталей учитывают программу выпуска изделия, определяющую выбор рациональных методов формообразования деталей.

В отдельных случаях по решению профилирующей кафедры могут выполняться индивидуальные задания, направленные на исследование новых принципов измерения, улучшение метрологических характеристик приборов и разработку программного обеспечения для решения учебных задач конструкторско-технологического проектирования.

## **5. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА (РАССРЕДОТОЧЕННАЯ КОНСТРУКТОРСКАЯ)**

### **5.1 Цели и задачи практики**

Целями и задачами практики являются:

- закрепление, углубление и расширение знаний, полученных студентами по конструкторским дисциплинам;
- подготовка студентов к изучению дисциплины «Основы проектирования приборов»;
- освоение функций и задач конструкторской проработки изделий;
- ознакомление с конструктивными особенностями изделий базового предприятия и тенденцией развития их конструкций;
- ознакомление с организацией научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы в подразделениях базового предприятия;
- выполнение индивидуального задания по теме дипломного проекта;
- качественное освоение современных технологий 3D моделирования;
- освоение современных методов инженерного анализа конструкций;
- анализ возможных путей оптимизации конструкции приборов;

- изучение правил техники безопасности и охраны труда.

### 5.2 Место и время практики

Студенты проходят практику на базовых предприятиях ОАО «Концерн «Созвездие» и ОАО «Электросигнал». Продолжительность практики 18 недель в течение 6 семестра. На конструкторской практике студенты работают в подразделениях, занятых проектированием конструкций приборов, нестандартного технологического оборудования и оснащения, а также в отделе нормализации и стандартизации.

Примерное распределение рабочего времени следующее:

- получение задания и инструктаж - 5%;
- работа в конструкторских подразделениях - 25%;
- выполнение индивидуального задания - 55%;
- оформление отчета - 15%.

### 5.3 Содержание практики

Студенты должны изучить следующие вопросы:

- организация и планирование научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;
- техническая документация, ЕСКД, отраслевые стандарты, руководящие технические материалы и пр.;
- конструкторская подготовка производства изделий;
- этапы научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;
- состав и оформление конструкторской документации на разных этапах проектирования приборов;
- роль и значение стандартизации и преемственности при проектировании приборов;
- нормирование конструкторских работ;
- роль и значение метрологической проверки чертежей;
- организация документооборота в конструкторских подразделениях;
- обеспечение качества изделий в процессе проектирования;

- технико-экономическое обоснование конструкций приборов.

#### 5.4 Индивидуальное задание

Индивидуальное задание должно предусматривать разработку конструкторских документов, содержащих принципиальные конструктивные решения объекта проектирования и дающих полное представление об устройстве и его составных частях. Целесообразной является проработка различных вариантов конструктивного исполнения изделия. При этом учитывают возможность использования базовых несущих конструкций, унифицированных и заимствованных сборочных единиц. Документацию представляют в виде эскизов, которые могут быть уточнены на последующих этапах проектирования.

Большое внимание при проведении практики уделяется работе в команде.

## **6. УЧЕБНАЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА**

### 6.1 Содержание УНИР

В процессе УНИР должна быть разработана или подобрана схема электрическая принципиальная проектируемого прибора (7 и 8 семестры). Также в 8 семестре студенты изучают правила оформления конструкторской документации.

### 6.2 Методические указания

Схемотехническое проектирование проводят в следующем порядке:

- осуществляют поиск аналогов приборов и изучают принципы их работы и принципы измерения, положенные в их основу;

- определяют какие функционально обособленные составные части принципиальных электрических схем аналогов формируют каждый метрологический параметр;

- выполняют сравнительный анализ схемных решений аналогов приборов и выявляют те из них, которые обеспечивают более высокие значения метрологических параметров;

- оценивают возможность улучшения метрологических параметров проектируемого прибора за счет применения оригинальных решений составных частей схемы, которые не задействованы в аналогах;

- анализируют элементную базу схем аналогов приборов с точки зрения ее соответствия эксплуатационным требованиям, заданным в техническом задании объекта проектирования. При этом пользуются справочной литературой, содержащей данные об условиях эксплуатации электрорадиоэлементов (ЭРЭ);

- если принципиальные электрические схемы аналогов базируются на ЭРЭ, выводы которых монтируются в отверстиях печатных плат, рассматривают вопрос о замене этих элементов на компоненты поверхностного монтажа для достижения минимальной массы и габаритов проектируемого изделия;

- составляют структурную схему и производят выбор элементной базы по электрическим, эксплуатационным и стоимостному критериям;

- выполняют электрические расчеты;

- подготавливают данные для конструкторского и технологического проектирования;

- определяют величину тока в каждой цепи для расчета ширины проводников печатных плат;

- выявляют ЭРЭ, рассеивающие значительную мощность и требующие отвода тепла с помощью радиаторов и других конструктивных элементов.

Мощность рассеивания  $P_p$  транзисторов составляет 50 - 80 % от мощности, указанной в технических условиях и справочниках; для трансформаторов 3 - 5 % от полезной мощности; для диодов и стабилитронов  $P_p$  рассчитывают по формуле

$$P_p = I_d \cdot U_n$$

где  $I_d$  - максимальный ток через диод (стабилитрон);

$U_n$  - падение напряжения на p-n переходе.

Выявляют электрические цепи, требующие экранирования для предотвращения паразитных связей, наводок и самовозбуждения устройства.

Составляют требования к материалам печатных плат, методу и технологии их изготовления. В состав требований вносят:

- диапазон рабочих частот материала;
- диэлектрическую проницаемость и тангенс угла диэлектрических потерь;
- электрическое сопротивление материала;

Рекомендации по выбору метода и технологии изготовления печатных плат, исходя из допустимых токов утечки между соседними печатными проводниками, одной из причин которых является воздействие химических веществ на диэлектрик печатной платы и образование на ее поверхности ионных поверхностных загрязнений.

Следует иметь в виду, что токи утечки могут сильно влиять на работоспособность проектируемого устройства, если схема электрическая принципиальная содержит высокоомные цепи.

Диэлектрическая проницаемость материала печатной платы имеет важное значение в том случае, когда проектируют быстродействующее импульсное устройство. Материал печатной платы таких устройств должен обладать как можно меньшим значением диэлектрической проницаемости  $\epsilon$ , поскольку образующиеся емкости между печатными проводниками пропорциональные величине  $\epsilon$ , обуславливают искажение формы и задержку импульсных сигналов. Материалы с малой диэлектрической проницаемостью, низкими диэлектрическими потерями и высоким электрическим сопротивлением также необходимы при проектировании эффективных и качественных СВЧ - приборов.

## 7. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА (ПРЕДДИПЛОМНАЯ)

Цели и задачи практики

Целями и задачами преддипломной практики являются:

- обобщение теоретической и практической подготовки студентов;
- овладение навыками самостоятельного выполнения сложных работ, требующих творческой инженерной подготовки и связанных с проектированием конкурентоспособных приборов;
- анализ и уточнение технических решений, принятых на предыдущих этапах проектирования изделия.

Место и время практики

Преддипломная практика проводится в конструкторских и технологических подразделениях базовых предприятий. Практика также может проводиться на профилирующих кафедрах.

Примерное распределение рабочего времени, отведенного на практику, следующее:

- окончательная проработка технического задания на проектирование изделия и его утверждение заведующим кафедрой - 5%;
- выполнение работ в соответствии с графиком дипломного проектирования - 95%.

### 7.1 . Содержание практики

Содержание практики предусматривает выполнение следующих работ:

- подготовка в окончательном виде обзора научно-технической литературы;
- выполнение предварительных расчетов теплового режима и надежности проектируемого изделия;
- проработка вариантов конструктивного исполнения радиоэлектронных модулей, входящих в изделие;
- корректировка эскизов, разработанных во время конструкторской практики, по результатам расчетов и выбора

наиболее рациональных вариантов конструктивного исполнения радиоэлектронных модулей;

- расчет себестоимости изделия, оценка его конкурентоспособности и внесение изменений в конструкцию, если они необходимы по техническим и экономическим критериям.

- Методические указания

Расчет себестоимости приборов производят методом удельных весов по статьям калькуляции «Радиоэлектронные модули» и «Материалы», при этом пользуются данными сети Интернет и электронными справочниками, имеющимися на кафедре КИПРА, в которых содержатся данные о стоимости ЭРЭ, технологического оборудования, приборов и материалов.

Для достаточно точного определения удельного веса радиоэлектронных модулей и материалов по отношению к затратам на изготовление деталей, сборку и монтаж изделия, его регулировку, входной межоперационный и выходной контроль можно воспользоваться данными базового предприятия при отсутствии информации о вкладе каждой статьи калькуляции в себестоимость изделий-аналогов. Во всех случаях целесообразными являются детальный анализ и экспертная оценка себестоимости по производимым типам изделий базового предприятия и изделиям-аналогам.

Необходимо также выполнить предварительную эскизную проработку конструкции изделия с выбором материалов и технологий формообразования деталей.

## **8. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТОВ ПО ПРАКТИКАМ**

Отчеты по практикам выполняются в соответствии со СТП ВГТУ 004-2007 [1] должны содержать следующие разделы.

Ознакомительная практика: структура производственного процесса базового предприятия; схемы основных технологических процессов; тенденция развития электронных приборов базового предприятия и пути повышения их конкурен-

тоспособности; меры по обеспечению безопасных условий труда.

Производственная (рассредоточенная технологическая) практика: функции и задачи технологической подготовки производства; конструкционные и технологические свойства материалов; методы формообразования деталей и физико-химические явления, протекающие при выполнении основных технологических операций; характеристики технологического оснащения и оборудования; статистика брака и причины его возникновения; проектирование технологического процесса (процессов) согласно индивидуальному заданию; организация техники безопасности и охраны труда на базовом предприятии.

Производственная (рассредоточенная конструкторская) практика: функции и задачи конструкторской подготовки производства; конструктивные особенности изделий базового предприятия и тенденции развития их конструкций; анализ конструкций изделий-аналогов и обоснование конструкции проектируемого изделия. Виртуальные 3D модели создаваемых деталей.

Учебная научно-исследовательская работа: обзор научно-технической литературы; описание принципов работы аналогов, сравнительный анализ и выбор лучших схемных решений; синтез схемы электрической принципиальной проектируемого изделия и электрические расчеты; подготовка данных для конструкторско-технологического проектирования изделия.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. СТП ВГТУ 004-2007. Стандарт предприятия дипломное проектирование. Оформление расчетно-пояснительной записки и графической части [Текст] – Воронеж: Изд.-во ВГТУ, 2007. – 34 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения .....	1
2. Организация и проведение практик .....	2
3. Ознакомительная практика.....	4
4. Производственная практика (распределенная технологическая).....	5
5. Производственная практика (распределенная конструкторская).....	8
6. Учебная научно-исследовательская работа.....	10
7. Производственная практика (преддипломная).....	13
8. Содержание отчетов по практикам.....	14
Библиографический список.....	16

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению всех видов практик для бакалавров направления  
12.03.01 «Приборостроение» (профиль «Приборостроение»)  
всех форм обучения

Составители:

Бобылкин Игорь Сергеевич  
Свиридова Ирина Владимировна  
Турецкий Андрей Владимирович

Компьютерный набор А.В. Турецкого

Подписано к изданию \_\_\_\_\_  
Уч.-изд. л..

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
технический университет»  
394026 Воронеж, Московский просп., 14