

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

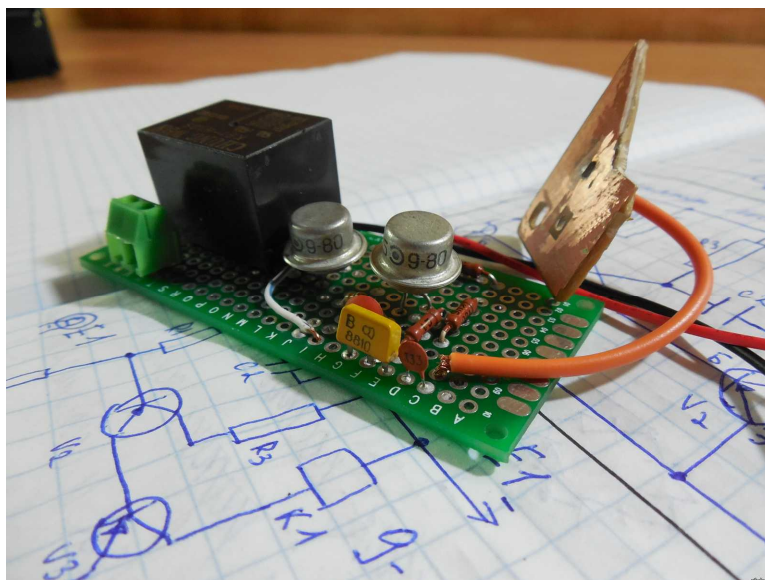
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра твердотельной электроники

ОЗНАКОМИТЕЛЬНАЯ ПРАКТИКА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к ознакомительной практике
для студентов направления подготовки
11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»
(профиль «Микроэлектроника и твердотельная электроника»)
всех форм обучения



Воронеж 2024

УДК 681.38(07)
ББК 32.85я7

Составители:

канд. техн. наук Т. В. Свистова
канд. техн. наук Н. Н. Кошелева

Ознакомительная практика: методические указания к ознакомительной практике для студентов направления подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» (профиль «Микроэлектроника и твердотельная электроника») всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост. Т. В. Свистова, Н. Н. Кошелева. Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2024. – 20 с.

В методических указаниях рассматриваются цели и задачи ознакомительной практики, сведения об общем объеме, содержании практики, видах промежуточной аттестации, примерная структура, содержание и требования по оформлению отчета. Приводятся типовые контрольные вопросы для оценки знаний, умений и навыков, полученных в процессе прохождения ознакомительной практики, и темы индивидуальных заданий.

Методические указания предназначены для студентов первого курса направления подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» всех форм обучения.

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле Му_Ознакомительная практика.pdf.

Ил. 3. Табл. 4. Библиогр.: 14 назв.

УДК 681.38(07)
ББК 32.85я7

Рецензент – А.А. Винокуров, канд. техн. наук, доцент кафедры твердотельной электроники ВГТУ

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

ВВЕДЕНИЕ

Практика является обязательным разделом основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) бакалавриата. Она представляет собой вид учебных занятий, непосредственно ориентированных на профессионально-практическую подготовку обучающихся. При реализации ОПОП бакалавриата «Микроэлектроника и твердотельная электроника» по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника» предусматриваются следующие виды практик:

- учебная практика: *ознакомительная*;
- производственная практика: проектно-технологическая практика, научно-исследовательская практика, преддипломная практика.

Все виды практик проводятся в сроки, установленные учебным планом. Прохождение практики осуществляется в соответствии с учебным планом и утвержденной программой практики и завершается составлением отчета по практике и его защитой.

Студенты, не прошедшие практику и не выполнившие программы без уважительной причины, а также получившие за ее прохождение отрицательную оценку, могут быть отчислены из учебного заведения как имеющие академическую задолженность.

Ознакомительная практика – это важный этап профессиональной подготовки студентов. Это неотъемлемая часть учебных программ в вузах и технических учебных заведениях.

В ходе практики происходит ознакомление обучающихся с производственной деятельностью по выбранной специальности, получение ими первичных профессиональных умений и навыков.

В рамках ознакомительной практики под руководством опытных специалистов студенты изучают основные технологические процессы производства изделий электронной техники, а также технологическую документацию на изготавливаемые устройства, приборы и системы электронной техники, получают навыки работы с технической литературой, приобретают навыки работы на оптических микроскопах и с микрообъектами.

Образовательная деятельность при проведении ознакомительной практики проводится в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и иных формах.

Формы контактной работы, при проведении практики обучающихся:

- самостоятельная работа обучающихся под контролем преподавателя;
- консультации.

Способ проведения практики – стационарная.

Способ проведения практики определяется индивидуально для каждого студента и указывается в приказе об организации практики обучающихся.

1. ОЗНАКОМИТЕЛЬНАЯ ПРАКТИКА

1.1. Общие положения

Практика Б2.О.01(У) «Ознакомительная практика» относится к обязательной части блока Б2 учебного плана Основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «11.03.04 Электроника и нанoeлектроника (уровень бакалавриата)» и проводится во 2 семестре для всех форм обучения.

В результате выполнения программы ознакомительной практики обучающийся должен продемонстрировать знания основных задач, направлений, тенденций и перспектив развития технологических процессов производства приборов электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, передовой отечественный и зарубежный опыт и достижения в области разработки и совершенствования технологических процессов электроники и нанoeлектроники.

Местом проведения ознакомительной практики являются специализированные лаборатории кафедры твердотельной электроники Воронежского государственного технического университета.

Время выполнения заданий по ознакомительной практике – 2 семестр, объем – 3 зачетных единицы, что составляет 108 академических часов. Продолжительность: 2 недели.

Руководство ознакомительной практикой осуществляет преподаватель выпускающей кафедры твердотельной электроники, назначаемый заведующим кафедрой.

Ознакомительная практика проводится в соответствии с индивидуальными заданиями, выдаваемыми каждому студенту и утверждаемыми заведующим кафедрой. В период прохождения практики студенты подчиняются всем правилам внутреннего трудового распорядка и техники безопасности, установленных в подразделениях и на рабочих местах в организации. Для студентов устанавливается режим работы, обязательный для тех структурных подразделений организации, где он проходит практику.

1.2. Цели и задачи практики

Цели практики: ознакомление обучающихся с производственной деятельностью по выбранной специальности, получение ими первичных профессиональных умений и навыков.

Задачи прохождения практики:

- приобретение обучающимися знаний об основных понятиях и содержании будущей специальности;
- изучение основных технологических процессов производства изделий электронной техники;

- получение навыков работы с технической литературой и составления отчета о проделанной работе;
- приобретение навыков работы на оптических микроскопах и с микро-объектами.

Процесс прохождения практики «Ознакомительная практика» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1: способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности;

ОПК-2: способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных;

ОПК-3: способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности;

ОПК-4: способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности;

ОПК-5: способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.

В результате выполнения программы ознакомительной практики обучающийся должен **знать** основные положения, законы и методы естественных наук для решения задач микро- и нанoeлектроники; основные требования нормативных документов при оформлении технической документации, основные приемы обработки экспериментальных данных; источники и базы данных хранения информации о принципах работы, параметрах и характеристиках устройств микро-и нанoeлектроники; принципы работы современных информационных технологий в области микро-и нанoeлектроники; основные алгоритмы работы устройств микро- и нанoeлектроники.

В результате выполнения программы ознакомительной практики обучающийся должен **уметь** использовать основные законы естественных наук при решении задач микро- и нанoeлектроники; осуществлять оформление отчета и доклада в соответствии с требованиями нормативных документов; использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных; применять методы поиска, хранения и обработки информации в соответствии с техническим заданием; использовать современные информационные технологии для решения задач профессиональной деятельности; использовать компьютерные программы для описания алгоритмов работы устройств микро- и нанoeлектроники.

В результате выполнения программы ознакомительной практики обучающийся должен **владеть** навыками сбора, обработки, анализа и систематиза-

ции отечественной и зарубежной научно-технической информации по тематике исследования в области микро-и наноэлектроники. навыками сбора, изучения, анализа и представления индивидуальных экспериментальных данных в виде отчетов и докладов. методами представления информации о выполняемых работах с соблюдением требований информационной безопасности. современными информационными технологиями для решения задач микро- и наноэлектроники. навыками работы с языками высокого уровня.

1.3. Требования к организации практики

Местом прохождения ознакомительной практики служат выпускающие кафедры Воронежского государственного технического университета (ВГТУ).

Учебный план предусматривает прохождение практики во 2-м семестре в течение двух недель.

В период практики студенты подчиняются правилам внутреннего распорядка университета и техники безопасности, установленным на кафедрах применительно к учебному процессу.

Ознакомительная практика проводится, как правило, на базе высшего учебного заведения, в котором обучаются студенты, но, по согласованию с заведующим кафедрой и наличии для этого соответствующих оснований, практика может проводиться и в других учебных заведениях.

Методическое руководство практикой осуществляется лицом, ответственным за проведение практики студентов по месту ее прохождения. Для руководства ознакомительной практикой студентов выделяется руководитель, который оказывает им организационное содействие и методическую помощь. Руководителя практики выделяет базовая кафедра.

Руководитель практики:

- проводит необходимые организационные мероприятия по выполнению программы практики;
- осуществляет постановку задач по самостоятельной работе студентов в период практики;
- осуществляет аттестацию студента по результатам практики.

1.4. Объем ознакомительной практики

Общий объем ознакомительной практики составляет 108 академических часов (3 зачетные единицы), форма промежуточной аттестации: зачет с оценкой.

Ознакомительная практика состоит из нескольких этапов, распределение учебного времени на каждый этап технологической практики представлено в табл. 1.

Таблица 1

Распределение учебного времени по этапам ознакомительной практики

№ п/п	Наименование этапа	Содержание этапа	Трудоемкость, час	
			всего часов	из них практической подготовки
1	Подготовительный этап	Проведение собрания по организации практики. Знакомство с целями, задачами, требованиями к практике и формой отчетности. Распределение заданий. Инструктаж по соблюдению правил противопожарной безопасности, правил охраны труда, техники безопасности и санитарно-эпидемиологических правил и гигиенических нормативов. Разработка плана графика практики	5	-
2	Знакомство с ведущей организацией	Изучение организационной структуры организации. Изучение нормативно-технической документации.	12	-
3	Практическая деятельность	Выполнение индивидуальных заданий. Сбор практического материала.	72	-
4	Подготовка отчета	Обработка материалов практики, подбор и структурирование материала для раскрытия соответствующих тем для отчета. Оформление отчета. Предоставление отчета руководителю.	13	-
5	Защита отчета	Зачет с оценкой	6	-
Итого			108	-

1.5. Содержание ознакомительной практики

Ознакомительная практика студентов проводится на кафедре твердотельной электроники и обеспечивается современной материально-технической базой.

Ознакомительная практика студентов начинается с подготовительного этапа, который предполагает выполнение следующих видов работ:

- инструктаж по технике безопасности при работе в лабораториях кафедры твердотельной электроники;
- ознакомление с программой ознакомительной практики;
- получение индивидуального задания от руководителя ознакомительной практики, заполнение дневника практики;
- составление плана выполнения заданий ознакомительной практики.

Основной этап ознакомительной практики является самым трудоемким и состоит из следующих видов работ:

- ознакомление с информационно-методической базой практики, работа с литературными источниками и поисковыми информационными базами данных;
- изучение состава технологического процесса, технологических операций;
- ознакомление с технологической документацией и правилами ее оформления, работа с ГОСТ, ОСТ, технологическими инструкциями;
- обсуждение полученных результатов с руководителем ознакомительной практики.

На заключительном этапе практики обучающиеся проводят систематизацию информации, готовят отчет по ознакомительной практике.

1.6. Обязанности студента

Студент обязан изучить правила внутреннего распорядка, пройти инструктаж по охране труда и технике безопасности в лабораториях кафедры твердотельной электроники. Он обязан получить у руководителя ознакомительной практики план-график прохождения практики и индивидуальное задание на практику, в процессе прохождения практики своевременно заполнять дневник практики.

При прохождении практики студент обязан подчиняться действующим на предприятии правилам внутреннего распорядка, соблюдать правила охраны труда и техники безопасности.

При возникновении непредвиденных ситуаций своевременно сообщать об этом руководителю практики.

Опоздания или неявки на практику без уважительных причин, недобросовестное отношение к ознакомительной практике рассматриваются как нарушение учебного процесса. В подобных случаях по представлению кафедры деканат продлевает сроки прохождения практики, направляет на практику повторно.

2. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ПРАКТИКИ

2.1. Формы отчетности по ознакомительной практике

Формой отчетности по результатам прохождения ознакомительной практики является отчет по ознакомительной практике.

В отчете приводится описание выполненных обучающимся видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью, анализ поставленных задач, выбор необходимых методов и инструментальных средств для решения поставленных задач, результаты решения задач практики, общие выводы по практике.

Материал, включаемый в отчет, должен быть систематизирован и обработан. Отчет может содержать иллюстрации, таблицы, карты, иные графические материалы (приложения к отчету), отражающие решение задач, предусмотренных индивидуальным заданием, выдаваемым обучающемуся на ознакомительную практику.

Типовая структура отчета:

- титульный лист (оформляется по установленной единой форме);
- индивидуальное задание;
- оглавление;
- введение (цели и задачи практики);
- основная часть (содержание проделанной обучающимся работы в соответствии с целями и задачами практики и индивидуальным заданием);
- заключение (выводы по результатам практики);

- список использованных источников (при необходимости);
- приложения.

Требования по оформлению отчета.

Отчет по ознакомительной практике выполняется в соответствии с ГОСТ 2.105-2019 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.

Отчет выполняется в текстовом редакторе MSWord. Шрифт Times New Roman, кегль 14 пт, межстрочный интервал полуторный, отступ первой строки – 1,25 см; автоматический перенос слов; выравнивание – по ширине, интервалы ПЕРЕД и ПОСЛЕ в настройках абзацев равны 0 (нулю)!

Используемый формат бумаги – А4, верхнее поле – 20 мм; нижнее – 20 мм; левое – 30 мм; правое – 15 мм).

Список использованных источников: шрифт – Times New Roman, кегль 14 пт, обычный. На все литературные источники, приведенные в списке, должны быть ссылки в тексте пояснительной записки.

Рисунки: размер рисунков должен соответствовать формату набора – не более 165 × 252 мм. Рисунки располагаются в тексте по центру страницы. Перед рисунком, после рисунка, после подрисуночной подписи пропускаются строки.

Объем отчета должен содержать не менее 20 страниц печатного текста, включая приложения. Текст отчета делят на разделы, подразделы, пункты.

Отчет по ознакомительной практике составляется и оформляется в отведенный учебным планом временной период и должен быть закончен к моменту ее окончания.

2.2. Подведение итогов и оценка практики

Контроль и оценка результатов практики осуществляются в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации в соответствии Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ВГТУ, осваивающих основные профессиональные образовательные программы высшего образования – программы бакалавриата, специалитета, магистратуры.

Методы текущего контроля и оценки выполнения обучающимися определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью:

- наблюдение за деятельностью обучающихся, за подготовкой и сбором материалов для отчета по практике;
- проверка и анализ качества выполнения работ (в соответствии с выданным индивидуальным заданием).

Аттестация по итогам практики проводится в виде зачета с оценкой.

Результирующая оценка промежуточной аттестации по практике определяется на основании:

- оценки отчета по практике, отражающего выполнение обучающимся индивидуального задания, полученные навыки и умения;

– оценки сформированности компетенций, определяемой руководителем практики на основе выполненных обучающимся заданий соответствующих оценочных материалов.

Обучающиеся допускаются к сдаче дифференцированного зачета при условии выполнения всех видов работ на практике, предусмотренных рабочей программой практики, индивидуальным заданием и рабочим графиком проведения практики, и своевременного (в последний день практики) предоставления руководителю по практике комплекта отчетных документов:

– заполненный дневник практики, включая аттестационный лист (оценку уровня сформированности компетенций в ходе прохождения обучающимся практики);

– отчет обучающегося о прохождении практики, оформленный в соответствии с методическими рекомендациями.

Полностью законченный отчет о прохождении ознакомительной практики студенты сдают на проверку не позднее, чем за три дня до срока защиты. Руководитель делает замечания и отмечает ошибки, после устранения которых студент допускается к защите отчета.

Руководитель по практике оценивает результаты выполнения обучающимся индивидуального задания на практику и качество представленного отчета по практике по следующей примерной шкале (табл. 2):

Таблица 2

Оценка прохождения ознакомительной практики

Оценка по четырех-балльной шкале	Примерное содержание оценки
Отлично	Комплект отчетных документов по практике полный, представлен в срок. Содержание и оформление отчета по практике соответствуют установленным требованиям (методическим рекомендациям). Индивидуальное задание выполнено, полноценно отработаны и применены на практике все формируемые компетенции, профессиональные задачи реализованы в полном объеме или сверх того, представлены многочисленные примеры и результаты деятельности обучающегося и выполнения им определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью. Замечания от руководителя по практической подготовке от профильной организации отсутствуют, а работа обучающегося оценена на «отлично».
Хорошо	Комплект отчетных документов по практике полный, представлен в срок. Имеются несущественные дефекты и несоответствие содержания и оформления отчета по практике установленным требованиям (методическим рекомендациям). Индивидуальное задание выполнено, отработаны и применены на практике формируемые компетенции, профессиональные задачи реализованы почти в полном объеме, представлены отдельные примеры и результаты деятельности обучающегося и выполнения им определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью. Незначительные замечания от руководителя по практической подготовке от профильной организации, работа обучающегося в период практической подготовки оценена на «хорошо».

Удовлетворительно	Комплект отчетных документов по практике полный, представлен в срок. Содержание отчета по практике является неполным, имеются существенные дефекты, оформление не соответствует установленным требованиям (методическим рекомендациям). Индивидуальное задание выполнено частично, недостаточно отработаны и применены на практике формируемые компетенции, профессиональные задачи реализованы не в полном объеме, кратко представлены отдельные примеры и результаты деятельности обучающегося и выполнения им определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью. Высказаны критические замечания от руководителя по практической подготовке от профильной организации, а работа обучающегося в период практической подготовки оценена на «удовлетворительно».
Неудовлетворительно	Обучающийся не представил в установленный срок отчетных документов или комплект документов неполный. Содержание и оформление отчета по практике не соответствует установленным требованиям (методическим рекомендациям). Индивидуальное задание не выполнено, не отработаны и не применены формируемые на практике компетенции, профессиональные задачи не реализованы, отсутствуют примеры и результаты деятельности, выполнения обучающимся определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью. Высказаны серьезные замечания от руководителя по практической подготовке от профильной организации. Обучающийся практику не прошел по неуважительной причине.

Защита отчета может проводиться в двух формах: в виде доклада с презентацией или в форме собеседования по разделам задания по практике. Собеседование позволяет выявить уровень знаний обучающегося по проблематике практики, степень его самостоятельности в выполнении задания. Защита отчета происходит в учебной аудитории кафедры твердотельной электроники. Обучающийся должен подготовить краткое выступление на 3 – 5 минут, в котором представлены результаты проделанной работы. Если работа была проделана коллективом авторов, то она представляется всеми участниками. После выступления обучающийся (коллектив авторов), при необходимости, отвечает (отвечают) на заданные вопросы.

Оценка сформированности компетенций проводится на основе заданий соответствующих оценочных материалов.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 41 % от максимально возможного количества баллов, что свидетельствует о несформированности у студента надлежащих компетенций.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал 41 % - 60 % от максимально возможного количества баллов, что свидетельствует о достаточной сформированности у обучающегося всех формируемых на практике компетенций.

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал 61 % - 80 % от максимально возможного количества баллов, что свидетельствует о достаточной сформированности у обучающегося всех формируемых на практике компетенций, но с оговоркой.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал более 80 % от максимально возможного количества баллов, что свидетельствует о том, что у обучающегося полностью сформированы все формируемые на практике компетенции.

Результаты промежуточной аттестации обучающихся по прохождению ознакомительной практики оцениваются во 2 семестре для всех форм обучения по четырехбалльной системе:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно».

При итоговом оценивании проделанной работы принимаются во внимание посещаемость, качество представленного отчета, защиты отчета и ответов на вопросы.

По окончании ознакомительной практики используются следующие оценочные средства:

- анализ контрольной даты начала и завершения ознакомительной практики;
- оценка качества представленного доклада или контрольного опроса на защите отчета по ознакомительной практике;
- оценка качества и значимости полученных результатов при выполнении заданий ознакомительной практики;
- отзыв руководителя ознакомительной практики – преподавателя кафедры твердотельной электроники.

Студент, не выполнивший программу практики, не оформивший отчет или получивший неудовлетворительную оценку при защите отчета, направляется на практику вторично во время, свободное от плановых занятий.

2.3. Примерный перечень оценочных материалов

Для оценки результатов прохождения практики, характеризующих сформированность компетенций, рекомендуется использовать ответы на следующие вопросы:

1. В чем состоит принципиальное отличие понятий «микроэлектроника» и «наноэлектроника»?
2. Перспективы развития микро- и наноэлектроники.
3. Охарактеризуйте особенности дискретной полупроводниковой электроники.
4. Что такое электронно-дырочный переход? Опишите multifunctionality схемных свойств p-n-перехода.
5. Опишите структуру, особенности и схемные свойства дискретного биполярного транзистора.

6. Опишите структуру и историю создания униполярного (полевого) транзистора.
7. Что такое минимальный структурный размер транзистора?
8. Что такое минимальный планарный размер (технологическая норма) полупроводниковых схемных элементов?
9. Назовите и охарактеризуйте материалы и среды, используемые в микро-технологии.
10. Назовите и охарактеризуйте основные операции технологии производства изделий электронной техники.
11. Перечислите основные этапы разработки изделия или технологического процесса.
12. Назовите и охарактеризуйте методы моделирования, используемые при разработке технологических процессов и изделий микро- и нанoeлектроники.
13. Особенности организации и проведения экспериментальных исследований при разработке изделия или технологического процесса.
14. Технологический процесс и его взаимосвязь с архитектурой изделия.
15. Требования охраны труда на предприятиях электронной промышленности.
16. Назовите основные правила и методы обеспечения безопасной работы на Вашем рабочем месте.
17. Основные санитарные нормы при работе за компьютером.
18. Основные требования к технике безопасности при работе на научно-исследовательском оборудовании.
19. Основные правила техники безопасности при работе с жидкими и твердыми реагентами в процессе производства микрoeлектронных изделий.
20. Основные правила техники безопасности при работе с газообразными реактивами в процессе производства микрoeлектронных изделий.
21. Направления и тенденции развития микро и нанoeлектроники.
22. Направления и тенденции развития программируемых логических интегральных схем.
23. Направления и тенденции развития повышения надежности и долговечности интегральных схем.
24. Какие работы ведутся на кафедре ТТЭ в области микро- и нанoeлектроники?
25. Структура отчета по ознакомительной практике.
26. Требования к оформлению отчета по ознакомительной практике.
27. Правила оформления таблиц и графиков.
28. Приемы работы по поиску информации в справочно-библиографической системе с библиотечными каталогами и электронными базами данных.
29. Перечислите известные Вам учебники, монографии, энциклопедии, справочники по микро- и нанoeлектронике.
30. Перечислите известные Вам периодические издания по микро- и нанoeлектронике.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ОСНОВНОЙ ЧАСТИ

3.1. Особенности полупроводникового производства

В основной части отчета по ознакомительной практике (Приложение) в первом разделе («1 Особенности полупроводникового производства») необходимо представить теоретические сведения по следующим вопросам:

1.1 Краткая историческая справка о развитии полупроводникового приборостроения в России и за рубежом

1.2 Основные тенденции развития и современное состояние производства полупроводниковых приборов и ИМС

3.2. Планарная технология

В основной части отчета по ознакомительной практике во втором разделе («2 Базовый технологический процесс производства полупроводниковых приборов») необходимо описать операцию из базового технологического процесса производства полупроводниковых приборов согласно индивидуальному заданию (табл. 3).

Таблица 3

Индивидуальные задания по ознакомительной практике

Номер варианта			Операция
1	13	25	Требования, предъявляемые к полупроводниковым подложкам
2	14	26	Механическая и химико-механическая обработка полупроводников
3	15	27	Технохимические процессы подготовки полупроводниковых подложек ИМС
4	16	28	Получение электронно-дырочных структур методом сплавления
5	17	29	Эпитаксия
6	18	30	Термическое окисление
7	19	31	Фотолитография
8	20	32	Диффузия
9	21	33	Ионное легирование
10	22	34	Металлизация поверхности кремниевых структур
11	23	35	Методы изоляции элементов ИМС
12	24	36	Сборка и монтаж полупроводниковых приборов

3.3. Изучение топологии планарного биполярного транзистора и измерение геометрических размеров его элементов

В основной части отчета по ознакомительной практике в третьем разделе («3 Изучение топологии планарного биполярного транзистора и измерение геометрических размеров его элементов») необходимо представить результаты измерения размеров элементов биполярного транзистора на интегральной схеме.

Порядок измерений и обработка результатов

1. Ознакомиться с устройством и работой микроскопа МИИ-4.

Микроинтерферометр МИИ-4 имеет основание 1, цилиндрическую полую колонку 2, наверху которой расположен предметный столик 3 (Рис. 1).

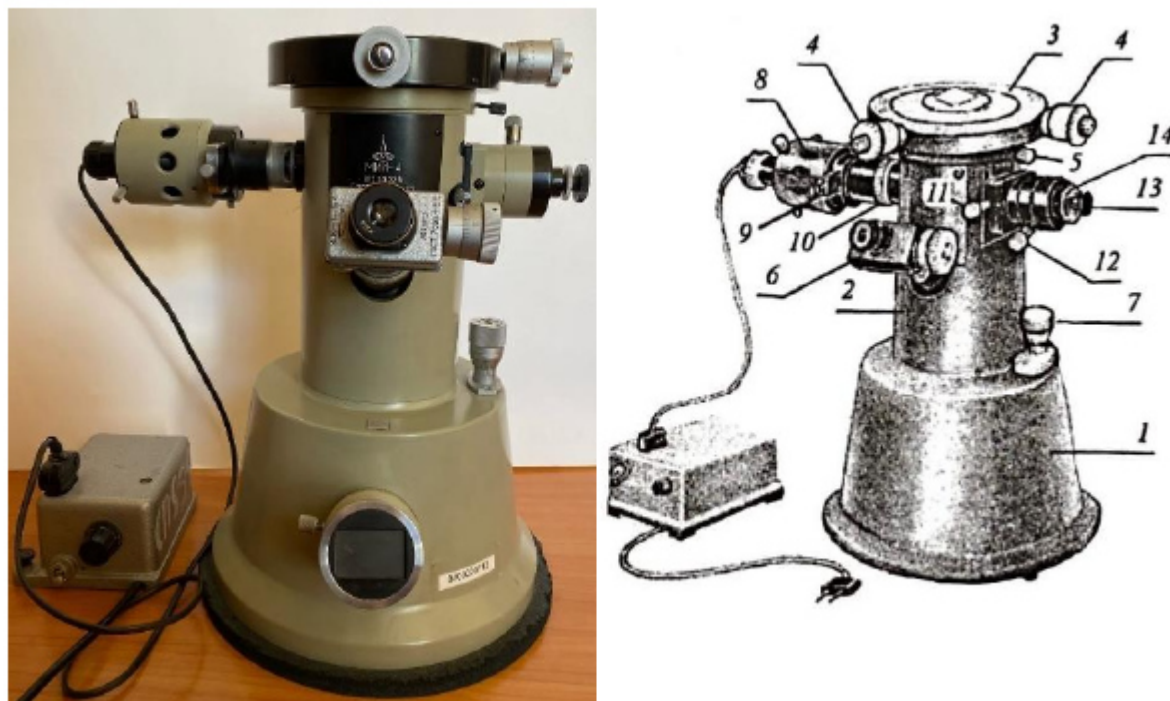


Рис. 1. Микроинтерферометр МИИ-4

Столик при помощи двух микрометрических винтов 4 может перемещаться в двух взаимноперпендикулярных направлениях, а также может поворачиваться вокруг вертикальной оси и стопориться винтом. В колонке 2 расположен наблюдательный тубус с винтовым окулярным микрометром 6. Вращением винта 7 осуществляется фокусировка микроскопа на объект.

Величина перемещения отсчитывается по барабану винта 7. Важной частью прибора является интерференционная головка, включающая в себя следующие три части.

Первая часть включает источник света 8 и трубку с осветительной частью. В трубке установлена пластинка 9 с тремя отверстиями для освещения белым и монохроматическим желтым и зеленым цветом. Кольцо 10 изменяет диаметр апертурной диафрагмы для получения более резкой картины интерференции.

Средняя часть включает объектив, разделительную 7 и компенсирующую 8 пластины, расположенные внутри корпуса. В средней части головки расположена также рукоятка 11, при помощи которой включается и выключается шторка. При включенной шторке лучи не попадают на объектив 9, в поле зрения видна только исследуемая поверхность – это соответствует вертикальному положению стрелки на рукоятке 11, выключенной шторке соответствует горизонтальное положение стрелки.

Третья, правая часть прибора содержит объектив 9 и эталонное зеркало 10. Имеется также устройство для изменения ширины и направления интерференционных полос, осуществляемое с помощью винта 12. Ширина полос меняется при помощи винта 12, который вращают вокруг его собственной оси. Поворот интерференционных картины осуществляется тем же винтом 12, но его в этом случае надо вращать вокруг оси всей интерференционной головки. Винт 13 служит для смещения интерференционных полос в поле зрения микроскопа.

2. Провести настройку интерферометра.

Разместить образец на предметном столике исследуемой поверхностью по направлению к объективу и включить лампу. В качестве исследуемой поверхности для определения толщины слоев используются различные царапины, нанесенные на полированную металлическую поверхность различных предметов. Какой-либо участок такой царапины надо получить в поле зрения микроскопа. При этом рукоятку 11 надо повернуть так, чтобы стрелка-указатель стояла вертикально, а винтом фокусировку. Затем поставить стрелку-указатель горизонтально, и в поле зрения должна появиться интерференционная картина. Если картины нет в поле зрения или она не в центре, надо отвернуть контргайку 14, и вращая винт 13, привести полосы в центр поля зрения.

При необходимости картину можно повернуть и изменить ширину полос с помощью винта 12, как указывалось выше. Эту настройку надо делать осторожно, в присутствии преподавателя или лаборанта. Для получения большей контрастности рекомендуется поворотом кольца 10 несколько уменьшить отверстие апертурной диафрагмы. Поворотом столика измеряемый дефект надо расположить перпендикулярно интерференционным полосам, либо рукояткой 12 расположить полосы перпендикулярно измеряемому объекту.

3. Определить цену деления окуляра.

Для определения истинной величины необходимо найти цену деления шкалы барабана окулярного микрометра. Для этого следует заменить исследуемый образец объект-микрометром. Объект-микрометр представляет собой

эталонную металлическую пластинку, в центре которой находится прозрачное отверстие. На стекле объект-микрометра нанесена шкала, цена деления которой равна 0,01 мм.

Для определения цены деления окуляра микроскопа необходимо:

– на предметный столик микроскопа установить объект-микрометр (рис. 2). Объект-микрометр надо расположить на предметном столике так, чтобы штрихи его шкалы были параллельны двойному штриху винтового оптического микрометра.

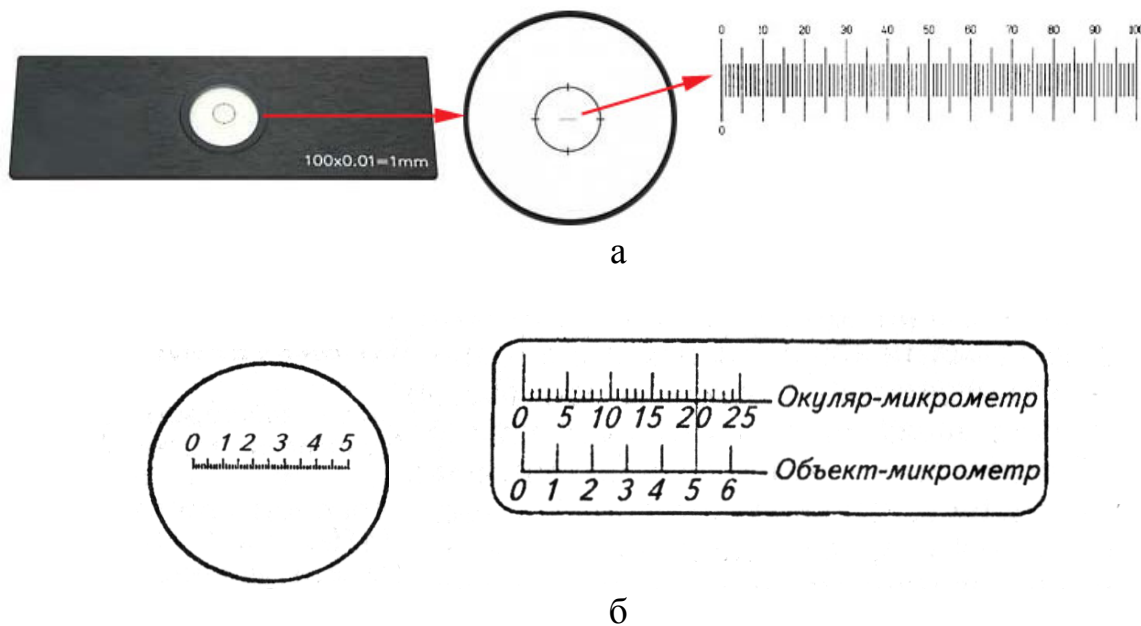


Рис. 2. Микрометры:

а – общий вид объект-микрометра; б – окуляр-микрометр

Совместить перекрестие окулярного микрометра с крайним хорошо видимым штрихом объект-микрометра. Сделать отсчет Т по шкале и один по барабану окулярного микрометра (рис. 3).

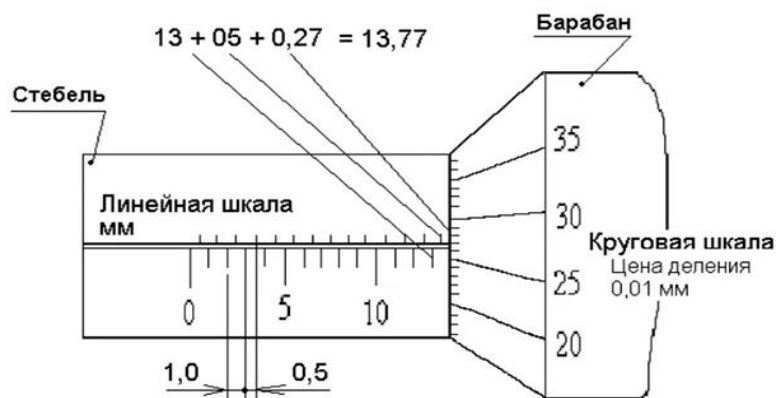


Рис. 3. Определение значения измеряемой величины на микроскопе с помощью линейной и круговой шкалы

Вращением барабана переместить перекрестие на A делений объект-микрометра.

– определить цену деления окуляра по формуле

$$E = \frac{T \cdot Z}{A},$$

где E – цена деления окуляра; T – число делений объект-микрометра; Z – цена деления объект-микрометра, равная 0,01 мм; A – число делений окуляра.

4. Измерить размеры элемента схемы

Необходимо поместить на предметный столик микроскопа образец. Сравнить визуально области образца и определить размеры элемента схемы.

Повторить измерения на нескольких элементах схемы и результаты занести в табл. 4. После этого рассчитать погрешность измерений.

Таблица 4

Результаты измерений		
n	$S, \text{см}^2$	$N, \text{см}^{-2}$

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рембеза С. И. Введение в микроэлектронику и наноэлектронику [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С. И. Рембеза, Е. С. Рембеза. – Воронеж : Изд-во ВГТУ, 2017. – 142 с.

2. Ефимов И. Е. Основы микроэлектроники : учебник / И. Е. Ефимов, И. Я. Козырь. – 3-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2008. – 384 с.

3. Ефимов И. Е. Основы микроэлектроники [Электронный ресурс] : учебник / И. Е. Ефимов, И. Я. Козырь. – 3-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2021. – 384 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/167727>.

4. Лозовский В. Н. Нанотехнологии в электронике. Введение в специальность : учеб. пособие / В. Н. Лозовский, Г. С. Константинова, С. В. Лозовский. – 2-е изд., испр. – СПб. : Лань, 2008. – 336 с.

5. Лозовский В. Н. Нанотехнологии в электронике. Введение в специальность [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Н. Лозовский, С. В. Лозовский. – 3-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2024. – 332 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/386429>.

6. Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии : монография / А. И. Гусев. – 2-е изд., испр. – М. : Физматлит, 2009. – 416 с.
7. Введение в процессы интегральных микро- и нанотехнологий : учеб. пособие : в 2 т. Т. 2: Технологические аспекты / М. В. Акуленок, В. М. Андреев, Д. Г. Громов и др. ; под общ. ред. Ю. Н. Коркишко. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 252 с.
8. Основы производства изделий электронной техники: учеб. пособие / М. И. Горлов, А. В. Строгонов, Т. Г. Меньшикова и др. – Воронеж : Изд-во ВГЛУ, 2023. – 135 с.
9. Щука А. А. Электроника : учеб. пособие / А. А. Щука; под ред. А. С. Сигова. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 800 с.
10. Наноматериалы и нанотехнологии [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Е. И. Пряхин, С. А. Вологжанина, А. П. Петкова и др. ; под ред. Е. И. Пряхина. – 3-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2023. – 372 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/323648>.
11. Введение в нанотехнологию : учебник / В. И. Марголин, В. А. Жабрев, Г. Н. Лукьянов, В. А. Тупик. – СПб. : Лань, 2012. – 464 с.
12. Введение в нанотехнологию [Электронный ресурс] : учебник / В. И. Марголин, В. А. Жабрев, Г. Н. Лукьянов, В. А. Тупик. – СПб. : Лань, 2021. – 464 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/168460>.
13. Новокрещенова Е. П. Введение в микроэлектронику [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е. П. Новокрещенова. – Воронеж : Изд-во ВГТУ, 2012. – 106 с.
14. ГОСТ 2.105-2019. ЕСКД. Общие требования к текстовым документам. – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2019. – 35 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Примерное содержание отчета по ознакомительной практике

Введение

1 Особенности полупроводникового производства

1.1 Краткая историческая справка о развитии полупроводникового приборостроения в России и за рубежом

1.2 Основные тенденции развития и современное состояние производства полупроводниковых приборов и ИМС

2 Базовый технологический процесс производства полупроводниковых приборов (согласно индивидуальному заданию)

3 Изучение топологии планарного биполярного транзистора и измерение геометрических размеров его элементов

Заключение

Список использованных источников

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
1. Ознакомительная практика	4
1.1. Общие положения	4
1.2. Цели и задачи практики	4
1.3. Требования к организации практики	6
1.4. Объем ознакомительной практики	6
1.5. Содержание ознакомительной практики	7
1.6. Обязанности студента	8
2. Контроль и оценка результатов практики	8
2.1. Формы отчетности по ознакомительной практике	8
2.2. Подведение итогов и оценка практики	9
2.3. Примерный перечень оценочных материалов	12
3. Методические указания по выполнению основной части	14
3.1. Особенности полупроводникового производства	14
3.2. Планарная технология	14
3.3. Изучение топологии планарного биполярного транзистора и измерение геометрических размеров его элементов	15
Библиографический список	18
Приложение	19

ОЗНАКОМИТЕЛЬНАЯ ПРАКТИКА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к ознакомительной практике
для студентов направления подготовки
11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»
(профиль «Микроэлектроника и твердотельная электроника»)
всех форм обучения

Составители:

Свистова Тамара Витальевна
Кошелева Наталья Николаевна

Издается в авторской редакции

Компьютерная верстка О.А. Ивановой

Подписано к изданию 25.12.2024.

Уч.-изд. л. 1,0.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84