

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации

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

Кафедра физики твердого тела

## «ИСПЫТАНИЕ ИЗДЕЛИЙ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ВНЕШНИМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ»

### *МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ*

*по подготовке к практическим занятиям  
для обучающихся по направлению 28.03.01 «Нанотехнологии и  
микросистемная техника», профиль «Компоненты микро- и  
наносистемной техники» очной формы обучения*

Воронеж 2021

УДК 621.362  
ББК 22.37

**Составители:**  
*О.В.Стогней*

Испытание изделий на устойчивость к внешним воздействиям: методические указания по подготовке к практическим занятиям для обучающихся по направлению 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника», профиль «Компоненты микро- и наносистемной техники» очной формы обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: О.В.Стогней - Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. 9 с.

В методических указаниях приводится перечень изучаемых тем, вопросы к этим темам и список литературы, в которой приводится теоретический материал для освоения тем и ответов на контрольные вопросы.

Предназначены для студентов 4 курса, обучающихся по направлению 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника», профиль «Компоненты микро- и наносистемной техники».

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле "МУ Практ ИспытИзделВнешнВоздейств.pdf".

Библиогр.: 4 назв.

УДК 621.362  
ББК 22.37

**Рецензент** – В.А.Макагонов, канд. физ-мат. наук, доц. кафедры физики ВГТУ

*Рекомендовано методическим семинаром кафедры ФТТ и методической комиссией ФРТЭ Воронежского государственного технического университета в качестве методических материалов*

## Введение

Практическое занятие – одна из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении студентами под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности

Целью практического занятия является привитие умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Задачами практических занятий являются:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний студентов при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Подготовку к каждому практическому занятию необходимо начинать с ознакомления с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения дисциплины.

Результат такой работы должен проявиться в способности свободно ответить на теоретические вопросы практикума, выступать и участвовать в коллективном

обсуждении вопросов изучаемой темы, правильно выполнять практические задания и контрольные работы.

В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала.

## ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Что понимается под надежностью ИС?
2. Что такое интенсивность отказов?
3. Дефекты ИС, вызывающие катастрофический отказ могут быть двух типов, каких?
4. Какой тип отказа происходит если дефектом ИС является разрывметаллизации в ИС?
5. Какая причина отказа биполярных транзисторов считается наиболее опасной?
6. К чему приводит кратковременная работа ИС при повышенных температурах итермоциклирование в том случае, когда выбранные температуры не выводят ИС из строя?
7. Электротермотренировка проводится при:
8. Какие группы скрытых дефектов возникают в ИС при воздействии электростатического разряда?
9. Какое воздействие на ИС приводит к нарушению кристаллической решётки и образованию разупорядоченных областей?
10. Какие повреждения ИС не приведшие к катастрофическому отказу можно восстановить?
11. Рассчитать интенсивность отказов ИС при условии, что:
  12. общее число изделий –  $N$ , промежуток времени –  $T$  дней, число ИС, отказавших к началу временного промежутка  $n_0$ , число изделий, отказавших за один год –  $n_T$ .
  13. Определить величину интенсивности отказов за период наработки, при условии, что:
    14. Количество ИС –  $N$ , длительность испытаний (число циклов термоциклирования) –  $T_N$ , число отказов –  $n$ .
    15. Рассчитать интенсивность отказов ИС при условии, что:
      16. общее число изделий –  $N$ , промежуток времени –  $T$  дней, число ИС, отказавших к началу временного промежутка  $n_0$ , число изделий, отказавших за исследуемый период –  $n_T$ .
      17. Основные механизмы отказов ИС.

18. Зависимость интенсивности отказов ИС от времени.
19. Каким образом могут изменяться электрические параметры ИС при длительном эксплуатации?
20. Описать механизмы внезапных и постепенных отказов.
21. Основные дефекты, возникающие в кремниевой подложке, на которой сформирована ИС.
22. Основные дефекты диэлектрических слоёв.
23. Механизмы внезапных отказов биполярных транзисторов.
24. Механизмы постепенных отказов биполярных транзисторов.
25. Отказы пассивных элементов ИС (резисторы, ёмкости, металлизация).
26. Механизмы внезапных отказов МДП транзисторов.
27. Механизмы постепенных отказов МДП транзисторов.
28. Электрическое старение тонких плёнок  $\text{SiO}_2$ .
29. Отбраковочные испытания ИС.
30. Тренировка.
31. Электротренировка.
32. Электротермотренировка.
33. Воздействие электростатических зарядов на ИС.
34. Влияние радиации на ИС.
35. Отжиг радиационных повреждений ИС.
36. Климатические испытания ИС.
37. Механические испытания ИС.

## **КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ**

Критерии оценки учебных действий студентов по решению учебно-профессиональных задач на практических занятиях:

Оценка «отлично» выставляется, если студент активно работает в течение всего практического занятия, дает полные ответы на вопросы преподавателя в соответствии с планом практического занятия и показывает при этом глубокое

овладение лекционным материалом, способен выразить собственное отношение по данной проблеме, проявляет умение самостоятельно и аргументированно излагать материал, анализировать явления и факты со ссылками на соответствующие нормативные документы, делать самостоятельные обобщения и выводы, заключения, рекомендации, правильно выполняет все этапы практического задания.

Оценка «хорошо» выставляется при условии соблюдения следующих требований: студент активно работает в течение практического занятия, вопросы освещены полно, изложения материала логическое, обоснованное фактами, со ссылками на соответствующие нормативные документы и литературные источники, освещение вопросов завершено выводами, студент обнаружил умение анализировать факты и события, а также выполнять учебные задания. Но в ответах допущены неточности, некоторые незначительные ошибки, имеет место недостаточная аргументированность при изложении материала, недостаточно четко сделаны обобщение и выводы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется в том случае, когда студент в целом овладел сути вопросов по данной теме, обнаруживает знание лекционного материала и учебной литературы, пытается анализировать факты и события, делать выводы и решать задачи. Но на занятии ведет себя пассивно, отвечает только по вызову преподавателя, дает неполные ответы на вопросы, допускает грубые ошибки при освещении теоретического материала, не может обобщить и сделать четкие логические выводы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае, когда студент обнаружил несостоятельность осветить вопросы или вопросы освещены неправильно, бессистемно, с грубыми ошибками, отсутствуют понимания основной сути вопросов, выводы, обобщения, обнаружено неумение решать учебные задачи.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горлов М.И. Физические основы надежности интегральных схем [Электронный ресурс] : учеб. пособие. - Электрон. текстовые дан. ( 4,56 Мбайт ). - Воронеж : ВГТУ, 2006. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - 30-00.

2. Борисенко А.С., Бавыкин Н.И. Технология и оборудование для производства микроэлектронных устройств – М.: Машиностроение, 1983. – 320 с.

3. Нанотехнология и микромеханика: учеб. пособие. - Ч. 5: Надежность наноприборов и радиоэлектронных устройств на их основе / В.Д. Шашурин, Н.А. Ветрова, Ю.А. Ивановидр. — М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012. — 84. [ресурс издательства ЭБС IPR BOOKS <https://www.iprbookshop.ru/31466.html>]

4. Таперо К.И. Радиационные эффекты в кремниевых интегральных схемах космического применения: основы радиационной стойкости изделий электронной техники: курс лекций. – М.: Изд. Дом МИСиС, 2011. – 252 с. [ресурс издательства ЭБС IPR BOOKS <https://www.iprbookshop.ru/98100.html>]

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Вопросы для практических занятий	5
Критерии оценки	6
Список литературы	8

# «ИСПЫТАНИЕ ИЗДЕЛИЙ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ВНЕШНИМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
по подготовке к практическим занятиям  
для обучающихся по направлению 28.03.01 «Нанотехнологии  
и микросистемная техника», профиль «Компоненты микро- и  
наносистемной техники» очной формы обучения

Составитель:  
Стогней Олег Владимирович

В авторской редакции

Уч.-изд. л. 0.5

ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический  
университет" 394026 Воронеж, Московский просп., 14