

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 курсовой работы по дисциплине  
«Методы и устройства испытаний электронных средств» для  
студентов подготовки 11.03.03 «Конструирование и технология  
электронных средств», профиль «Проектирование и технология  
радиоэлектронных средств»

Воронеж 2021

УДК  
ББК

**Составители:**  
асс. А.С. Костюков  
д-р техн. наук А.В. Башкиров

Методическое руководство к курсовому проектированию для самостоятельной работы бакалавров всех форм обучения по дисциплине «Методы и устройства испытаний электронных средств» направления подготовки 11.03.03. «Конструирование и технология электронных средств», профиль «Проектирование и технология радиоэлектронных средств» / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: А.С. Костюков, А.В. Башкиров. Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. 23 с.

Изложены методические указания по самостоятельному изучению дисциплины, вопросы для самопроверки и список рекомендуемой литературы. Даны перечень выполняемых по курсу курсовых работ, варианты контрольных заданий.

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

Табл. 1. Библиогр.: 18 назв.

**УДК 621.396.6.001.2**  
**ББК 38.54**

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

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

## **1. ЗАДАНИЯ И ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ**

1.1. Охарактеризуйте свойства, определяющие качество: конструктивные, технологические, экономические, эргономические и другие

1.2. Назовите группы показателей качества

1.3. Испытания – экспериментальное определение количественных и качественных свойств объектов испытаний

1.4. Определение задач испытаний и их отличие от контроля

1.5. Работа международных и национальных организаций по унификации методик и средств испытаний

1.6. Факторы, определяющие качество изделий на стадии жизненного цикла изделий (исследование, проектирование, изготовление, эксплуатация)

1.7. Внешние воздействующие факторы: действие окружающей среды (биологические, радиационные, космические и др.); особенности эксплуатации, связанные с местом установки изделий и условиями его транспортирования (механические)

1.8. Внутренние факторы – процессы старения и износа

1.9. Задачи испытаний на стадиях исследований, проектирования и изготовления

1.10. Механические воздействующие факторы

1.11. Принципы возникновения механических воздействий: вибрации (гармонической, периодической, случайной), ударов (многократных и одиночных), линейных ускорений, акустических шумов

1.12. Основные параметры, характеризующие механические воздействия

1.13. Климатические воздействующие факторы

1.14. Климатообразующие факторы: радиационный режим, циркуляция атмосферы, влагооборот, физико-географические условия Земли

1.15. Основные параметры, характеризующие климат: атмосферное давление, температура, влажность, интенсивность дождя, диапазон электромагнитных волн, излучаемых Солнцем, скорость ветра и т.д.

1.16. Виды испытаний на климатические воздействия

1.17. Биологические воздействующие факторы

1.18. Воздействие плесневых грибов, микроорганизмов, насекомых и грызунов

1.19. Условия интенсификации биологических воздействий

1.20. Испытания на грибоустойчивость

1.21. Космические и радиационные воздействующие факторы

1.22. Особенности воздействия акустических шумов, вибрации, линейных ускорений и одиночных ударов

1.23. Метеоритные воздействия

1.24. Воздействия невесомости, космического высокого вакуума и криогенной температуры

1.25. Радиационные воздействующие факторы. Естественная (космическая) и искусственная радиация. Виды испытаний

1.26. Проблема адекватности испытаний реальным условиям испытаний

1.27. Классификация испытаний, проводимых на стадиях исследований, проектирования и изготовления: по назначению (цели), по условиям (месту) проведения, по продолжительности и величинам воздействующих нагрузок

1.28. Классификация испытаний, проводимых на стадиях исследований, проектирования и изготовления: по принципу осуществления и степени (результатам) воздействия, по виду воздействия, по определенным характеристикам объекта, по стадиям жизненного цикла изделий

1.29. Понятие о граничных испытаниях и перспективах их использования

1.30. Цель ускоренных испытаний и их особенности, математическая модель математических испытаний

1.31. Испытания методами математического моделирования

1.32. Способы проведения испытаний: последовательные, параллельные, последовательно-параллельные и комбинированные

1.33. Содержание программы испытаний

1.34. Классификация и критерии отказа. Понятия отказа, повреждения и дефекта

1.35. Зависимые и независимые, внезапные и постепенные, конструктивные, производственные и эксплуатационные отказы

1.36. Причины и последствия отказов с изменением физико-механического состояния, свойств и характеристик изделий, обусловленные воздействием различных видов энергии (механической, тепловой, электрической, электромагнитной, химической и др.)

1.37. Основные причины возникновения отказов: деформация и механическое, тепловое, радиационное разрушение материалов и изделий, электрохимическая коррозия, износ и т.д.

1.38. Содержание методики проведения испытаний

1.39. Цель и условия проведения испытаний на воздействие вибрации

1.40. Определение резонансных частот испытываемых изделий и проверки их отсутствия, испытания на виброустойчивость и вибропрочность

1.41. Структурная схема установки для испытаний на воздействие вибрации

1.42. Классификация и основные параметры установок для испытаний РЭА на воздействие вибрации

- 1.43. Средства измерений параметров вибрации, их классификация и основные параметры
- 1.44. Рекомендации по применению средств измерения вибрации. Методы испытаний
- 1.45. Цель и условия испытаний на воздействие одиночных и многократных ударов
- 1.46. Особенности испытаний на удароустойчивость и ударопрочность. Структурная схема ударной установки
- 1.47. Классификация установок одиночных и многократных ударов, их основные параметры
- 1.48. Средства измерений параметров ударов, их классификация и основные параметры
- 1.49. Рекомендации по применению установок и средств измерений одиночных и многократных ударов. Методы испытаний на ударные воздействия
- 1.50. Цель и условия проведения испытаний на воздействие линейных ускорений, структурная схема установки линейного ускорения
- 1.51. Основные параметры центрифуг. Средства измерения линейных ускорений
- 1.52. Методы испытаний на линейные ускорения. Особенности установок и крепления изделий на столе центрифуги
- 1.53. Цель и условия проведения испытаний на воздействие акустических шумов. Структурная схема испытательного оборудования и его основные параметры
- 1.54. Источники акустического шума. Средства измерения акустического шума
- 1.55. Измерительные микрофоны. Методы испытаний на воздействие акустического шума
- 1.56. Условия обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) испытываемых изделий и оборудования для механических испытаний
- 1.57. Классификация климатических камер и их основные параметры

1.58. Основные физические закономерности, лежащие в основе регулирования температуры и влажности в камерах. Структурная схема автоматического регулирования температуры и влажности в камерах

1.59. Цель и условия проведения испытаний на воздействие повышенной температуры. Способы нагрева

1.60. Классификация средств измерения температуры воздуха в камерах и их основные свойства. Методы испытаний

1.61. Цель и условия проведения испытаний на воздействие пониженной температуры. Способы охлаждения

1.62. Датчики на минусовые температуры. Методы испытаний

1.63. Цель и условия проведения испытаний на воздействие циклического изменения температуры и термоудар. Особенности комбинированных камер

1.64. Термодатчики. Особенности автоматического регулирования. Методы испытаний

1.65. Цель и условия проведения испытаний на воздействие повышенной влажности. Классификация и основные параметры камер

1.66. Способы получения повышенной влажности. Средства измерения повышенной влажности

1.67. Сорбционные и термодинамические средства измерений

1.68. Автоматическое регулирование влажности. Методы испытаний: длительные, ускоренные и кратковременные испытания

1.69. Цель и условия проведения испытания на воздействие солнечного излучения. Камеры с солнечной радиацией

1.70. Источники и средства измерений солнечного излучения. Методы испытаний

1.71. Цель и условия проведения испытаний на воздействие морского (соляного) тумана. Камеры и их основные параметры

1.72. Способы получения морского тумана. Средства измерений. Методы испытаний

1.73. Цель и условия проведения испытаний на воздействие повышенного и пониженного атмосферного давления. Барокамеры

1.74. Термобарокамеры. Основные параметры испытательных режимов

1.75. Взаимосвязь параметров давления и температуры. Средства измерений. Методы испытаний

1.76. Цель и условия проведения испытаний на статическое и динамическое воздействие пыли. Камеры пыли и их основные параметры

1.77 Способы получения пыли в камерах. Средства оценки степени воздействия пыли на изделие. Состав пылевой смеси. Методы испытаний

1.78 Цель и условия испытаний на водонепроницаемость, водозащищенность, каплезащищенность, на воздействие дождя и гидростатическое воздействие

1.79 Оборудование для испытаний: ванны, баки, камеры дождя и другие виды. Средства измерения параметров испытательных режимов. Методы испытаний

1.80 Цель и условия испытаний на комбинированные воздействия: климатических факторов (например: холода, пониженного атмосферного давления и влажного тепла, сухого тепла и пониженного атмосферного давления и др.) и климатических факторов

1.81 Условия обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) испытываемых изделий и оборудования для климатических воздействий

1.82 Цель натуральных испытаний. Основные условия реализации. Комплексный характер воздействия климатических факторов

1.83 Выбор условий проведения испытаний. Оборудование и средства измерения. Методы испытаний

1.84 Цель и условия испытаний на воздействие плесневых грибов. Особенности камер

1.85 Состав и контроль споровой суспензии. Способы оценки результатов испытаний. Методы испытаний

1.86 Цель и условия испытаний на коррозионно-активные воздействия. Принципы построения камер на совместные воздействия агрессивного газа, влажности и температуры.

1.87 Средства измерений параметров агрессивного газа. Методы испытаний. Периодические и непрерывные воздействия. Способы ускорения процесса испытаний

1.88 Цель испытаний на технологические воздействия. Испытания на воздействие сред заполнения, не герметичность, на способность к пайке, на безопасность, на воздействие ряда технологических факторов на изделие и т.д.

1.89 Цель и условия проведения испытаний на космические воздействия. Особенности оборудования для испытаний на космические воздействия

1.90 Оборудование для испытаний на невесомость. Контроль влияния невесомости. Оборудование и средства измерений для испытаний на воздействие космического (повышенного) вакуума и криогенных температур. Методика проведения испытаний

1.91 Испытания на комбинированное воздействие космических факторов

1.92 Цель и условия испытаний на радиационные (ионизирующие) воздействия. Оборудование для воспроизведения излучений: ускорители, бетатроны, изотопные источники, рентгеновские установки

1.93 Основные параметры и характеристики оборудования для воспроизведения излучений. Средства управления установками

1.94 Средства измерений и регистрации параметров излучений. Методы испытаний

1.95 Цель определительных и контрольных испытаний на показатели надежности. План испытаний

1.96 Контрольные испытания на надежности (испытания на безотказность, на ремонтпригодность, на сохраняемость, на долговечность). Особенности программы испытаний на надежность

1.97 На испытание было поставлено 25 изделий. Из них 2 отказало на 5000 ч, а за интервал 5000-7000 ч отказало еще 3 изделия. Требуется определить частоту и интенсивность отказов в промежутке 5000-7000 ч

1.98 На испытание поставлено  $N_0=400$  изделий. За время  $t=3000$  ч отказало 200 изделий, за интервал времени  $t=100$  ч отказало  $n(t)=100$  изделий. Определить вероятность безотказной работы  $P(3000)$ ,  $P(3100)$ ,  $P(3050)$ ,  $\alpha_{cp}(3050)$ ,  $\lambda(3050)$

1.99 Используя данные задачи № 97, определить вероятность безотказной работы и вероятность отказа изделий за 5000 ч

1.100 Используя данные задачи №97, определить вероятность безотказной работы и вероятность отказа изделий за 7000 ч

1.101 В течение некоторого периода времени производилось наблюдение за работой одного экземпляра радиолокационной станции. За весь период наблюдений отказов наблюдалось 15 раз. До начала наблюдения станция проработала 258 ч, к концу наблюдения наработка станции составила 1233 ч. Требуется определить среднюю наработку на отказ

1.102 Проводились испытания  $8^{\text{н}}$  электронных устройств до  $5^{\text{н}}$  отказов на каждой. Суммарная наработка всех устройств составила 4600 ч. Оценить среднюю наработку до отказа  $T_{cp}$ , если закон распределения отказов испытываемых устройств экспоненциальный

1.103 При испытаниях для  $5^{\text{н}}$  задающих автогенераторов с отказами, имеющими гамма-распределение, зарегистрированы значения наработок до отказа 100, 110, 130, 160 и 200. Оценить параметры  $m_{cp}$  и  $\lambda_{cp}$  (параметры формы распределения и соответственно масштабный параметр)

1.104 Система состоит из 12600 элементов, средняя интенсивность отказов которых  $W_{\text{ср}}=0,32 \cdot 10^{-6}$  1/ч. Необходимо определить вероятность безотказной работы в течение  $t=50$  ч

1.105 Используя данные задачи 104, вычислить среднюю наработку до первого отказа

1.106 Система состоит из  $N=5$  блоков. Надежность блоков характеризуется вероятностью безотказной работы в течение  $t$  времени, которая равна:  $P=0,98$ ;  $P=0,99$ ;  $P=0,97$ ;  $P=0,985$ ;  $P=0,975$ . Требуется определить вероятность безотказной работы системы

1.107 Система состоит из  $N=3$  блоков, средняя наработка до первого отказа которых равна:  $T_1=160$  ч,  $T_2=320$  ч,  $T_3=600$  ч. Для блоков справедлив экспоненциальный закон надежности. Требуется определить среднюю наработку до первого отказа системы

1.108 Диагностические веса простых и сложных признаков

1.109 Диагностическая ценность обследования

1.110 Диагностический вес

1.111 Построение оптимального диагностического процесса

1.112 Показатели диагностирования

1.113 Расчет параметров диагностирования

1.114 Ошибки в тракте диагностирования

1.115 Достоверность диагностирования

1.116 Организация взаимодействия объекта со средствами диагностирования

1.117 Контактные и бесконтактные устройства сопряжения

1.118 Электронные коммутаторы

### **Разбивка задач по вариантам**

В целях закрепления материала предлагаются задания для самостоятельной проработки. Упражнения распределяются между обучаемыми согласно табл.1, из строки которой выби-

раются номера вопросов по индивидуальным данным зачетной книжки конкретного студента: в первой колонке находится предпоследняя цифра номера зачетной книжки, а во второй колонке – последняя.

Таблица 1

Варианты индивидуальных заданий

Пред- послед- няя цифра № <sup>a</sup>	Послед- няя цифра № <sup>a</sup>	Номера вопросов
ч е т н ы е	1	11 21 31 41 51 61 71 81 91 101 112
	2	12 22 32 42 52 62 72 82 92 102 113
	3	13 23 33 43 53 63 73 83 93 103 114
	4	14 24 34 44 54 64 74 84 94 104 115
	5	15 25 35 45 55 65 75 85 95 105 116
	6	16 26 36 46 56 66 76 86 96 106 118
	7	7 17 27 37 47 57 67 77 87 97 108
	8	8 18 28 38 48 58 68 78 88 98 109
	9	9 19 29 39 49 59 69 79 89 99 110
	0	10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 111
н е ч е т н ы е	1	1 20 26 35 42 55 65 73 82 100 111
	2	2 19 27 34 41 54 63 72 81 99 110
	3	3 18 28 33 44 53 62 74 84 98 109
	4	4 17 29 32 43 52 61 75 83 97 108
	5	16 30 31 46 51 64 71 86 96 106 117
	6	13 25 40 45 60 67 77 85 95 105 116
	7	15 24 39 48 59 66 76 88 94 104 115
	8	14 23 38 47 58 69 79 87 93 103 114
	9	11 22 37 50 60 70 80 89 92 102 113
	0	12 21 36 49 59 68 78 88 91 101 112

## **2. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО КУРСОВОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ**

### **2.1. Цели и задачи курсовой работы**

Целью курсовой работы является закрепление и расширение знаний студентов по учебной дисциплине «Методы и устройства испытаний электронных систем».

Выполнение курсовой работы ставит задачу приобретения знаний по основам теории испытания, методам испытания, видам испытательного оборудования, составлению методики и программы испытания...

### **2.2. Тематика курсовой работы**

Объектами курсового проектирования являются современные методы испытания электронных средств на воздействие внутренних, механических и климатических факторов с использованием устройств позволяющих проводить эти испытания.

### **2.3. Ориентировочные темы курсовой работы**

№ п/п	Темы курсовой работы
1	Разработка программы испытаний на виброустойчивость и вибропрочность для КВ-автомобильного приемника
2	Разработка программы испытаний на ударопрочность и удароустойчивость для КВ автомобильного приемника

3	Разработка основных принципов защиты РЭС от воздействия ударных нагрузок и ионизирующего излучения
4	Разработка программы испытаний для носимой УКВ-радиостанции при воздействии пыли, влаги и плесневых грибов.
5	Оптимизация способов для проведения испытаний КВ радиостанции на воздействие тепла, холода и соляного тумана.
6	Разработка методов прогнозирования надежности бытовых радиоприемников в условиях нормальной эксплуатации
7	Разработка методов прогнозирования надежности для аналого-цифрового преобразователя ТВ приемника в условиях повышенной влажности
8	Разработка методов прогнозирования надежности мобильной КВ радиостанции эксплуатируемой в условиях повышенной влажности и давления
9	Разработка методов прогнозирования надежности ТВ приемников работающих в условиях повышенной влажности
10	Разработка методов прогнозирования надежности КВ радиостанции работающих в условиях пониженного давления и температуры
11	Оптимизация средств испытаний при анализе безотказности охранных автомобильных устройств
12	Разработка методики испытаний усилителя низкой частоты на устойчивость к солнечному излучению, повышенной влажности и биологическим факторам
13	Оптимизация показателей безотказной работы ТВ приемника на подвижном составе при воздействии повышенной влажности и ионизирующего излучения
14	Оптимизация видов испытаний на этапах проектирования, изготовления и выпуска РЭС

15	Оптимизация методики средств испытаний радиопередатчиков при воздействии ионизирующего излучения
16	Разработка методов и средств испытаний носимой КВ радиостанции на прочность при ударе в условиях повышенной температуры
17	Разработка методов и средств испытаний носимой КВ радиостанции при воздействии биологических факторов
18	Разработка методов и средств испытаний носимой КВ радиостанции при воздействии на вибропрочность и виброустойчивость в условиях повышенного давления
19	Разработка виртуальных методов испытаний видеорегистратора на воздействие тепла
20	Разработка виртуальных методов испытаний стереодиктофона на воздействие механических нагрузок
21	Разработка методики испытаний телевизионного приемника в условиях вибрации и удара
22	Оптимизация методов и средств контроля на регистратор скорости при воздействии линейных ускорений
23	Оптимизация методов и средств при испытаниях на ударную прочность приемников для пеленгации ВЧ сигнала
24	Разработка методики испытания РЭА на воздействие космических факторов
25	Разработка методики испытаний охранных автомобильных устройств на теплостойкость и влагозащищенность
26	Разработка методики испытаний охранных автомобильных устройств на влияние пыли, плесневых грибов и морского тумана
27	Разработка методики для испытаний охранных автомобильных устройств на инфракрасное и ультрафиолетовое излучение

28	Разработка методики испытаний охранных автомобильных устройств на гамма-излучение
29	Оптимизация способов испытания РЭС на воздействие солнечного излучения, соляного тумана, повышенного гидростатического давления и водонепроницаемости
30	Разработка испытаний охранных автомобильных устройств на вибропрочность, брызгозащищенность и каплезащищенность
31	Разработка способов и методик испытаний ЭС на ударную прочность и устойчивость, воздействие линейных нагрузок и акустического шума
32	Оптимизация методов и способов испытаний бытовой РЭА на пылеустойчивость, пылезащищенность и влагозащищенность и воздействие биологических факторов
33	Разработка методов испытаний бытовой РЭА на воздействие плесневых грибков, соляного тумана, солнечного излучения и пыли

## 2.4. Содержание курсовой работы

Курсовая работа должна содержать пояснительную записку объемом 25-35 страниц, в которой должны быть техническое задание, введение, анализ современных систем и устройств для испытания электронных средств, методика и программа испытания, раскрытие темы курсового проекта с соответствующим графическим изображением, заключение, библиографический список литературы, оглавление (содержание) и различные приложения (таблицы, графики, эпюры напряжений...)

## 2.5. Оформление курсовой работы

Оформление курсовой работы должно быть в строгом соответствии с требованиями ЕСКД, а также со стандартом ВГТУ на курсовое проектирование.

Форма титульного листа приведена в приложении 1, формата ТЗ в приложении 2.

Пояснительная записка пишется от руки пастой шариковой ручки или печатается на различных устройствах, на листах формата А4, шрифт 14, расстояние между строк 1-1,5 интервала. Все листы нумеруются и брошюруются.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Испытания радиоэлектронной, электронно-вычислительной аппаратуры и испытательное оборудование / Под ред. А.И. Коробова: Учеб. пособие. – М.: Радио и связь, 1987.-272 с.

2. Малинский В.Д. Контроль и испытания радиоаппаратуры. – М.: Энергия, 1970.-336 с.

3. Глудкин О.П., Черняев В.Н. Технология испытания микроэлементов радиоэлектронной аппаратуры и интегральных микросхем: Учеб. пособие. – М.: Энергия, 1980.-360 с.

4. Иванов Н.Т., Нетусов Ю.К. Контрольно-измерительная аппаратура для климатических и механических испытаний РЭА. – Воронеж: ВПИ, 1982.-80 с.

5. Испытательная техника. Справочник в 2-х книгах / Под ред. В.В. Ключева. – М.: Машиностроение 1982.-559 с.

6. Ошер Д.Н., Малинский В.Д., Теплицкий Л.Я. Регулировка и испытания радиоаппаратуры. – М.: Энергия, 1971.-304 с.

7. Действие проникающей радиации на изделия электронной техники / Под ред. Е.А. Хадыгина. – М.: Советское радио, 1980.-224 с.

8. Резиновский А.Л. Испытания на надежность радиоэлектронных комплексов. – М.: Радио и связь, 1985.-165 с.

9. Бергер И.А. Техническая диагностика. М.: Машиностроение, 1988.-240 с.
10. Давыдов Г.Р. Техническая диагностика РЭС и систем. – М.: Радио и связь, 1988.-256 с.
11. Байда Н.П. и др. Самообучающиеся анализаторы производственных дефектов РЭА. – М.: Радио и связь, 1991.-256 с.
12. Никитин Л.Н. Испытания радиоэлектронной аппаратуры : Учеб. пособие.– Воронеж: ВГТУ, 2008.-217 с.
13. Никитин Л.Н., Испытания, контроль и диагностика радиоэлектронной аппаратуры : Учеб. пособие. – Воронеж: ВГТУ, 2009.-250 с. /Издано на магнитном носителе/.
14. Никитин Л.Н. Автоматизированные системы испытаний РЭС: Учеб. пособие. - Воронеж: ВГТУ, 2011.-83 с.
15. Никитин Л.Н. Испытания РЭС на безотказность. Метод. указан, к лаб. работе по курсу «Испытание и диагностика видеотелевизионных систем». ВГТУ, 2007-34 с.
16. Никитин Л.Н. Испытания РЭС на воздействие тепла и холода. Метод. указан, к лаб. работе по курсу «Испытание и диагностика видеотелевизионных систем». ВГТУ, 2002-33 с.
17. Никитин Л.Н. Испытания РЭС на воздействие тепла и влаги. Метод. указан, к лаб. работе по курсу «Испытание и диагностика видеотелевизионных систем». ВГТУ, 2002-30 с.
18. Никитин Л.Н. Испытания РЭС на воздействие вибрации. Метод. указан, к лаб. работе по курсу «Испытание и диагностика видеотелевизионных систем». ВГТУ, 2002-30 с.
19. Никитин Л.Н. Испытания РЭС на воздействие удара. Метод. указан, к лаб. работе по курсу «Испытание и диагностика видеотелевизионных систем». ВГТУ, 2007-54 с.
20. Никитин Л.Н. Испытание аналоговых устройств РЭС на воздействие ионизирующего излучения методом математического моделирования. Метод. указан, к лаб. работе по курсу «Испытание и диагностика видеотелевизионных систем». ВГТУ, 2007-54 с.

21. Никитин Л.Н. Испытания РЭС на надежность. Метод. указан, к лаб. работе по курсу «Испытание и диагностика видеотелевизионных систем». ВГТУ, 2007-39 с.

22. Никитин Л.Н. Испытания РЭС на воздействие механических и климатических факторов. Метод. указан, к лаб. работе по курсу «Испытание и диагностика видеотелевизионных систем». ВГТУ, 2008-46 с.

23. Никитин Л.Н. Методы испытаний РЭА: учеб. пособие / Л.Н. Никитин. Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет» 2013. 2.8 Мб.

24. Никитин Л.Н. Испытания радиоэлектронной аппаратуры: учеб. пособие / Л.Н. Никитин. Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет» 2013. 3.5 Мб.

25. Никитин Л.Н. Основы неразрушающего контроля: учеб. пособие / Л.Н. Никитин. Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет» 2014. 3.4 Мб

26. Никитин Л.Н. Граничные испытания . Метод. указан, к лаб. работе по курсу «Методы и устройства испытаний ЭС». ГОУВПО ВГТУ, 2015-23 с.

27. Никитин Л.Н. Матричные испытания . Метод. указан, к лаб. работе по курсу «Методы и устройства испытаний ЭС». ГОУВПО ВГТУ, 2015-25 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Задания и вопросы для самопроверки.....	3
2. Общие указания по курсовому проектированию .....	13
2.1 Цели и задачи курсовой работы .....	13
2.2 Тематика курсовой работы .....	13
2.3 Ориентировочные темы курсовой работы.....	13
2.4 Содержание курсовой работы.....	16
2.5 Оформление курсовой работы.....	16
Список литературы.....	17

Приложение 1

ФГБОУ ВПО

ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры

Пояснительная записка курсовой работы по учебной дисциплине «Методы и устройства испытаний электронных средств»

Тема \_\_\_\_\_

Выполнил: \_\_\_\_\_  
№ группы, Ф.И.О.

Руководитель \_\_\_\_\_  
Должность, Ф.И.О.

Воронеж 2021

Приложение 2

ГОУВПО

Воронежский государственный технический университет

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

на курсовую работу

по дисциплине «Методы и устройства испытаний ЭС»

тема работы \_\_\_\_\_

объем работы (графические работы, расчеты, прочее) текст по-  
яснительной записки без приложений 25-35 страниц

сроки выполнения этапов 25%

50%

75%

100%

сроки защиты курсовой работы до

Руководитель \_\_\_\_\_

Задание приняли студенты \_\_\_\_\_

Замечания руководителя:

1

2

3

Исполнитель \_\_\_\_\_ Руководитель \_\_\_\_\_  
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к курсовой работе по дисциплине  
«Методы и устройства испытаний электронных средств» для  
студентов подготовки 11.03.03 «Конструирование и технология  
электронных средств», профиль «Проектирование и технология  
радиоэлектронных средств»

Составители:

Костюков Александр Сергеевич

Башкиров Алексей Викторович

Компьютерный набор А. С. Костюков

Подписано к изданию Уч.-изд. л.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический  
университет»

394026 Воронеж, Московский просп., 14