

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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



УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
радиотехники и электроники
В.А. Небольсин
«19» июня 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)**

Б1.В.ДВ.01.02 «Методы и средства защиты приборов и систем от механических воздействий»

Направление подготовки (специальность) 12.04.01 – Приборостроение
Магистерская программа "Автоматизированное проектирование приборов и комплексов"

Квалификация выпускника Магистр

Нормативный период обучения 2 года / 2 года 3 месяца

Форма обучения Очная / Заочная

Год начала подготовки 2020 г.

Автор программы  /Никитин Л.Н./

Заведующий кафедрой
конструирования и производства
радиоаппаратуры  /Башкиров А.В./

Руководитель ОПОП  /Муратов А.В./

Воронеж 2020

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель дисциплины

Состоит в формировании у магистрантов базовых знаний по анализу защиты приборов и систем от механических воздействий, выбору основных направлений по повышению показателей надежности на стадии проектирования приборов и их эксплуатации.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Дать развернутое представление об видах и средствах защиты приборов и систем от механических воздействий, общих задачах повышения их надежности, заложить основы вероятностного восприятия физических явлений, с целью создания математических моделей, способствующих разработке компьютерных программ для виртуального анализа. Приобретение навыков, необходимых для оформления расчетно-конструкторской документации согласно ЕСТП, ЕСКД, ОСТП и ГОСТ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Методы и средства защиты приборов и систем от механических воздействий» относится к дисциплинам по выбору блока Б1.В.ДВ.01.02 учебного плана.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «» направлен на формирование следующей компетенции:

ПК-2 - Способность разработать и провести оптимизацию натурных экспериментальных исследований приборных систем с учетом критериев надежности

ПК-7 - Способность организовать современное метрологическое обеспечение технологических процессов производства приборных систем и разрабатывать новые методы контроля качества выпускаемой продукции и технологических процессов

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-2	знать основные методы проведения натурных испытаний на вибрации, удары, линейные и нелинейные ускорения конструкций приборов и систем.
	уметь применять математическое моделирование для имитации натурных испытаний на вибрации, удары, линейные и нелинейные ускорения конструкций приборов и систем.

	владеть навыками составления алгоритмов и выбора методик для проведения испытаний на механические воздействия.
ПК-7	знать методы обеспечения защиты приборов и систем от механических воздействий.
	уметь использовать метрологическое обеспечение для оценки механических воздействий на приборы и комплексы.
	владеть навыками контроля механических характеристик выпускаемых приборов и систем.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Методы и средства защиты приборов и систем от механических воздействий» составляет 5 зачетных единиц.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Се-мestr
		2
Аудиторные занятия (всего)	72	72
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	36	36
Самостоятельная работа	72	72
Курсовая работа		
Контрольная работа		
Вид аттестации – экзамен		
Общая трудоемкость час экзамен. ед.	180	144
		36

Заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Се-мestr
		2
Аудиторные занятия (всего)	12	12
В том числе:		
Лекции	4	4
Практические занятия (ПЗ)	2	2

Лабораторные работы (ЛР)	6	6
Самостоятельная работа	159	159
Курсовая работа		
Контрольная работа		
Вид аттестации – экзамен		
Общая трудоемкость час	180	171
экзамен. ед.		9

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лек ц	Пра к зан.	Ла б. зан .	СРС	Вс его , час
1	Виды механических воздействий на приборы	Прочность конструкции способность аппаратуры выполнять функции и сохранять параметры. Откликом, или реакцией конструкции на механические воздействия называют трансформацию и преобразование энергии механического возбуждения. Механические воздействия могут приводить к взаимным перемещениям деталей и узлов, деформации крепежных, несущих и других элементов конструкций, их соударению. Отказы аппаратуры бывают восстанавливаемыми и не восстанавливаемыми. Возникающие при вибрациях, ударах и ускорениях перегрузки. Воздействие линейных ускорений эквивалентно увеличению массы аппаратуры	3	3	6	12	24
2	Понятие виброустойчивости и вибропрочности приборов.	Вибрационная устойчивость и виб-рационная прочность. <i>Вибрационная устойчивость</i> - свойство объекта при заданной вибрации выполнять заданные функции и сохранять значения своих параметров в пределах нормы. <i>Вибрационная прочность</i> - прочность при заданной вибрации и после прекращения ее. Воздействие транспортной тряски складывается из ударов и вибраций.	3	3	6	12	24

		Введение амортизаторов между прибором и объектом в качестве среды, уменьшающей амплитуду передаваемых колебаний и ударов, снижает действующие на РЭА механические силы, но не уничтожают их полностью. В некоторых случаях образованная с введением амортизаторов резонансная система влечет за собой возникновение низкочастотного механического резонанса, который приводит к увеличению амплитуды колебаний РЭА.					
3	Понятие жесткости и механической прочности конструкции прибора.	При разработке конструкции РЭА необходимо обеспечить требуемую жесткость и механическую прочность ее элементов. <i>Жесткость конструкции</i> есть отношение действующей силы к деформации конструкции, вызванной этой силой. Под <i>прочностью конструкции</i> понимают нагрузку, которую может выдержать конструкция без остаточной деформации или разрушения. Повышение прочности конструкции РЭА связано с усилением ее конструктивной основы, применением ребер жесткости, контровки болтовых соединений и т. д. Особое значение имеет повышение прочности несущих конструкций и входящих в них узлов методами заливки и обволакивания. Заливка пеноматериалом позволяет сделать узел монолитным при незначительном увеличении массы.	3	3	6	12	24
4	Конструкция как колебательная система приборов.	Во всех случаях нельзя допускать образования механической колебательной системы. Это касается крепления монтажных проводов, микросхем, экранов и других частей, входящих в прибор. Основными параметрами любой конструкции с позиций реакции на механические воздействия являются масса, жесткость и механическое сопротивление (демпфирование). При анализе влияния вибраций на конструкции модулей последние представляют в виде системы с сосредоточенными параметрами, в которой заданы масса изделия m ,	3	3	6	12	24

		элемент жесткости в виде пружины и элемент механического сопротивления в виде демпфера, характеризующиеся параметрами k и r соответственно. Схемы размещения амортизаторов. Схемы размещения амортизаторов. Уравнение собственных колебаний системы. Решение дифференциального уравнения вынужденных колебаний системы.					
5	Параметры конструкционных материалов приборов	Виды вибраций. Влияние их на механическую прочность. Вибрации, направленные ортогонально к плоскости печатной платы, попеременно изгибают ее и влияют на механическую прочность установленных на ней микросхем и компонентов. Большинство отказов компонентов происходит из-за поломки паяных соединений выводов с платой. Наиболее жесткие воздействия имеют место в центре платы, а для прямоугольных плат еще и при ориентации тела элемента вдоль короткой стороны платы. Приклеивание компонентов к плате значительно улучшает надежность паяных соединений. Защитное лаковое покрытие толщиной 0,1..0,25 мм жестко фиксирует компоненты и увеличивает надежность РЭА. Механические напряжения на паяные соединения от воздействия вибраций можно уменьшить: увеличением резонансных частот, что позволяет уменьшить прогиб платы; увеличением диаметра контактных площадок, что повышает прочность сцепления контактной площадки с платой; подгибом и укладыванием выводов элементов на контактную площадку, что увеличивает длину и прочность сцепления паяного соединения; уменьшением добротности платы на резонансе ее демпфированием многослойным покрытием лака.	3	3	6	12	24
6	Фиксация крепежных элементов приборов.Срок служ-	При колебаниях в конструкциях возникают переменные напряжения и конструкции могут разрушаться при нагрузках, значительно мень-	3	3	6	12	24

	бы конструкции прибора	ших предельной статической прочности материалов из-за появления микротрещинСрок службы конструкции при вибровоздействиях. Основной путь к снижению массы изделий — облегчение несущих конструкций					
		Итого	18	18	36	72	144

Заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лек ц	Пра к зан.	Ла б. зан .	СРС	Вс его , час
1	Виды механических воздействий на приборы	Прочность конструкции способность аппаратуры выполнять функции и сохранять параметры. Откликом, или реакцией конструкции на механические воздействия называют трансформацию и преобразование энергии механического возбуждения. Механические воздействия могут приводить к взаимным перемещениям деталей и узлов, деформации крепежных, несущих и других элементов конструкций, их соударению. Отказы аппаратуры бывают восстанавливаемыми и не восстанавливаемыми. Возникающие при вибрациях, ударах и ускорениях перегрузки. Воздействие линейных ускорений эквивалентно увеличению массы аппаратуры	1	1	1	26	29
2	Понятие виброустойчивости и вибропрочности приборов.	Вибрационная устойчивость и вибративная прочность. <i>Вибрационная устойчивость</i> - свойство объекта при заданной вибрации выполнять заданные функции и сохранять значения своих параметров в пределах нормы. <i>Вибрационная прочность</i> - прочность при заданной вибрации и после прекращения ее. Воздействие транспортной тряски складывается из ударов и вибраций. Введение амортизаторов между прибором и объектом в качестве среды, уменьшающей амплитуду передаваемых колебаний и ударов, снижает действующие на РЭА механические силы, но не уничтожают их полностью. В некоторых случаях	1	-	1	26	28

		образованная с введением амортизаторов резонансная система влечет за собой возникновение низкочастотного механического резонанса, который приводит к увеличению амплитуды колебаний РЭА.					
3	Понятие жесткости и механической прочности конструкции прибора.	При разработке конструкции РЭА необходимо обеспечить требуемую жесткость и механическую прочность ее элементов. <i>Жесткость конструкции</i> есть отношение действующей силы к деформации конструкции, вызванной этой силой. Под <i>прочностью конструкции</i> понимают нагрузку, которую может выдержать конструкция без остаточной деформации или разрушения. Повышение прочности конструкции РЭА связано с усилением ее конструктивной основы, применением ребер жесткости, контровки болтовых соединений и т. д. Особое значение имеет повышение прочности несущих конструкций и входящих в них узлов методами заливки и обволакивания. Заливка пеноматериалом позволяет сделать узел монолитным при незначительном увеличении массы.	-	-	1	26	27
4	Конструкция как колебательная система приборов.	Во всех случаях нельзя допускать образования механической колебательной системы. Это касается крепления монтажных проводов, микросхем, экранов и других частей, входящих в прибор. Основными параметрами любой конструкции с позиций реакции на механические воздействия являются масса, жесткость и механическое сопротивление (демпфирование). При анализе влияния вибраций на конструкции модулей последние представляют в виде системы с сосредоточенными параметрами, в которой заданы масса изделия m, элемент жесткости в виде пружины и элемент механического сопротивления в виде демпфера, характеризующиеся параметрами k и r соответственно. Схемы размещения амортизаторов. Схемы размещения амортизаторов. Уравнение соб-	-	-	1	27	28

		ственных колебаний системы. Решение дифференциального уравнения вынужденных колебаний системы.					
5	Параметры конструктивных материалов приборов	Виды вибраций. Влияние их на механическую прочность. Вибрации, направленные ортогонально к плоскости печатной платы, попеременно изгибают ее и влияют на механическую прочность установленных на ней микросхем и компонентов. Большинство отказов компонентов происходит из-за поломки паяных соединений выводов с платой. Наиболее жесткие воздействия имеют место в центре платы, а для прямоугольных плат еще и при ориентации тела элемента вдоль короткой стороны платы. Приклеивание компонентов к плате значительно улучшает надежность паяных соединений. Защитное лаковое покрытие толщиной 0,1..0,25 мм жестко фиксирует компоненты и увеличивает надежность РЭА. Механические напряжения на паяные соединения от воздействия вибраций можно уменьшить: увеличением резонансных частот, что позволяет уменьшить прогиб платы; увеличением диаметра контактных площадок, что повышает прочность сцепления контактной площадки с платой; подгибом и укладыванием выводов элементов на контактную площадку, что увеличивает длину и прочность сцепления паяного соединения; уменьшением добротности платы на резонансе ее демпфированием многослойным покрытием лака.	1	-	1	27	29
6	Фиксация крепежных элементов приборов.Срок службы конструкции прибора	При колебаниях в конструкциях возникают переменные напряжения и конструкции могут разрушаться при нагрузках, значительно меньших предельной статической прочности материалов из-за появления микротрещинСрок службы конструкции при вибровоздействиях. Основной путь к снижению массы изделий — облегчение несущих конструкций	1	1	1	27	30

			Итого	4	2	6	159	17 1
--	--	--	--------------	----------	----------	----------	------------	-----------------

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Испытание приборов и систем на тепло и холод;
2. Испытание приборов и систем на вибрацию;
3. Испытание приборов и систем на удар;
4. Испытание приборов и систем на механические воздействия;
5. Расчет теплового режима приборов и систем на ЭВМ;
6. Расчет механических воздействий приборов на ЭВМ;
7. Граничные и матричные испытания приборов и систем.

5.3 Перечень практических работ

1. Определение статистических вероятностей безотказной работы устройства.
2. Расчет надежности системы с поэлементным резервированием.
3. Резервирование с дробной кратностью и постоянно включенным резервом.
4. Скользящее резервирование при экспоненциальном законе надежности.
5. Расчет показателей надежности резервированных устройств с учетом восстановления.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ РАБОТ И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсовой работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУ- ТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

- «аттестован»;
- «не аттестован».

Компетен-	Результаты обу-	Критерии	Аттестован	Не аттестован
------------------	------------------------	-----------------	-------------------	----------------------

ция	чения, характеризующие сформированность компетенции	оценивания		
ПК-2	знать основные методы проведения натурных испытаний на вибрации, удары, линейные и нелинейные ускорения конструкций приборов и систем.	Активная работа на лабораторных и практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите лабораторных работ.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь применять математическое моделирование для имитации натурных испытаний на вибрации, удары, линейные и нелинейные ускорения конструкций приборов и систем.	Решение стандартных практических задач, при выполнении лабораторных работ.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками составления алгоритмов и выбора методик для проведения испытаний на механические воздействия.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ при выполнении лабораторных работ.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-7	знать методы обеспечения защиты приборов и систем от механических воздействий.	Активная работа на лабораторных и практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите лабораторных работ.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь использовать метрологическое обеспечение для оценки механических воз-	Решение стандартных практических задач, при выполнении ла-	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	действий на приборы и комплексы.	лабораторных работ.		
	владеть навыками контроля механических характеристик выпускаемых приборов и систем.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ при выполнении лабораторных работ.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются во 2 семестре для очной и заочной формы обучения по системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл	Неудовл
ПК-2	знать основные методы проведения натурных испытаний на вибрации, удары, линейные и нелинейные ускорения конструкций приборов и систем.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь применять математическое мо-	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

	делирование для имитации натурных испытаний на вибрации, удары, линейные и нелинейные ускорения конструкций приборов и систем.					
	владеть навыками составления алгоритмов и выбора методик для проведения испытаний на механические воздействия.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
ПК-7	знать методы обеспечения защиты приборов и систем от механических воздействий.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь использовать метрологическое обеспечение для оценки механических	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

	воздей- ствий на приборы и ком- плексы.					
	владеть навыками контроля механи- ческих характе- ристик выпуска- емых приборов и систем.	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правиль- ных отве- тов

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Маркировка продукции знаком соответствия Госстандартом:

- а) полностью гарантирует качество;
- б) гарантирует качество частично;
- в) гарантирует только безопасность.

2. Что представляет собой контроль приборов и систем?

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) комплексная структура измерения параметров приборов и систем при воздействии механических факторов;
- б) это набор измерения параметров приборов и систем, приводящий к решению задачи;
- в); измерения параметров приборов и систем при нормальных условиях ;
- г) все ответы неправильные.

3. Пластинчатый радиатор длиной $l=0,2$ м, шириной $a=0,15$ м охлаждается обтекаемым потоком воздуха с температурой $t_0=20$ °С. Скорость набегающего потока воздуха $w_0=3$ м/с. Температура поверхности радиатора $t_p=90$ °С. Найдите коэффициент теплоотдачи радиатора и количество отдаваемой теплоты. Следует считать режим движения воздушной среды ламинарным и охлаждается только одна сторона радиатора.

Варианты ответа:

- а) Коэффициент теплоотдачи $\alpha=2,65$ Вт/(м²·К); $Q=8$ Вт;

- б) Коэффициент теплоотдачи $\alpha=4,87 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$; $Q=10 \text{ Вт}$;
- в) Коэффициент теплоотдачи $\alpha=5,32 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$; $Q=12 \text{ Вт}$;
- г) Коэффициент теплоотдачи $\alpha=6,12 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$; $Q=14 \text{ Вт}$;
- д) Коэффициент теплоотдачи $\alpha=7,52 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$; $Q=15 \text{ Вт}$.

4. Какие требования к параметрам камеры для испытания приборов и систем на воздействие тепла:

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) регистрация постоянства ускорения датчиков по объёму камеры;
- б) своевременное измерение температуры в местах охлаждения;
- в) постоянство температуры во всех точках объема тепловой камеры;
- г) проверка прочности испытательной камеры.

5. Какими характеристиками оценивают вибропрочность приборов и систем?

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) прочность приборов и систем при ударе;
- б) механическая стойкость приборов и систем при воздействии тепла;
- в) механическая стойкость приборов и систем при воздействии вибрации ;
- г) способность приборов и систем удовлетворять потребностям общества по функционированию.

6. Для чего необходима систематизация и классификация факторов, влияющих на характеристики приборов и систем?

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) чтобы наиболее эффективно организовать моделирование;
- б) для контроля над качеством конструкций РЭС;
- в) для выявления ошибок при проектировании;
- г) чтобы наиболее эффективно организовать защиту приборов и систем при определенном уровне знаний о них.

7. Защиты полыми оболочками приводит к:

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) повышению трудоемкости в 2-3 раза по сравнению с монолитными;
- б) стоимость оболочек составляет 20-45% стоимости изделия;
- в) все ответы правильные;
- г) значительному уменьшению плотности компоновки.

8. Виброчастотная характеристика объекта позволяет:

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) определить собственную частоту;
- б) определить коэффициент передачи колебаний;
- в) при известном диапазоне внешних воздействий - определить защищенность объекта и предложить способ повышения защищенности;

г) все ответы не полные.

9. Сколько существует категорий размещения ЭС на объекте?

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) 3;
- б) 4;
- в) 5;
- г) 6.

10. Какие из воздействующих факторов наносят меньший вред приборам и системам?

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) радиация и нагрев;
- б) вибрация и ремонтнопригодность;
- в) нормальные условия эксплуатации;
- г) высоко-квалифицированный человек-оператор.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Какие факторы влияют на процесс устойчивой работы приборов и систем?

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) системные и условия эксплуатации;
- б) факторы окружающей среды;
- в) человеческие факторы;
- г) все перечисленные факторы.

2. Основные виды механических воздействующих факторов.

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) детонация, сублимация, вибрация, радиация ;
- б) повышение КПД, деструктирование диэлектриков;
- в) увеличение размеров радиоэлектронных модулей;
- г) удар, акустический шум, вибрация, линейное ускорение.

3. Способы защиты приборов и систем от воздействия влаги:

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) герметизация;
- б) заливка эпоксидными компаундами;
- в) использование адсорбентов;
- г) конструкторско-технологический;
- д) инновационный.

4. Показатели РЭС:

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) транспортно-заготовительные;

- б) конструктивные;
- в) технологические;
- г) инновационные
- д) экономические;
- е) эксплуатационные.

5. Сколько существует категорий размещения ЭС на объекте?

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) 3;
- б) 4;
- в) 5;
- г) 6.

6. Наличие паразитных связей в ЭС обусловлено:

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) увеличением плотности токов в схемах;
- б) применением систем на кристалле;
- в) повышение плотности электро монтажа в пределах полупроводниковых ИМС;
- г) применение многоуровневой разводки;
- д) снижение напряжения питания.

7. ТЗ на изготовление ЭС формируется на основании ...

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) назначения изделия;
- б) заявки на разработку;
- в) технических требований;
- г) желания заказчика.

8. Какие из воздействующих факторов наносят меньший вред приборам и системам?

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) радиация и нагрев;
- б) вибрация и ремонтнопригодность;
- в) нормальные условия эксплуатации;
- г) высоко-квалифицированный человек-оператор.

9. Места установки приборов и систем, характеризующиеся наименьшим и наибольшим коэффициентом влияния на надежность.

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) лабораторные благоустроенные помещения и мощная ракета;
- б) лабораторные благоустроенные помещения и самолет;
- в) стационарные наземные помещения и мощная ракета;
- г) защищенные отсеки кораблей и управляемый снаряд.

10. Под механическим колебанием элементов аппаратуры или конструкции в целом понимается:

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) перегрузка;
- б) вибрация;
- в) тряска;
- г) толчки.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Выступающая часть монтажного провода над поверхностью платы не должна превышать:

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) 0,5-1,6 мм;
- б) 1,6-4 мм;
- в) 0,2 мм;
- г) 4-56 мм.

2. Сколько Мбит/сек без потерь способна пропускать волоконно-оптическая линия:

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) до 20;
- б) до 2000;
- в) до 500;

3. Известно, что вероятность исправной работы ЭС на интервале времени от 100 до 200 часов составила 0,98. Число испытываемых изделий $N_0 = 1000$ шт., число отказов в указанном интервале – 5. Требуется найти число ЭС исправных к моменту 100 и 200 часов.

Варианты ответа:

- а) 220 и 215;
- б) 225 и 235;
- в) 230 и 240;
- г) 240 и 240;
- д) 250 и 245.

4. Интенсивность отказов радиоэлектронных компонентов зависит от времени и выражается функцией ожидаемой интенсивности отказа

$\lambda(t) = \frac{k^2 t}{1+k}$. Требуется найти зависимость от времени вероятности безотказной работы изделия. Определить вероятность безотказной работы за 100 часов, если

$k = 2 \cdot 10^{-4} \text{ ч}^{-1}$.

Варианты ответа:

- а) 0,975;
- б) 0,897;
- в) 0,998;
- г) 0,796;
- д) 0,97.

5. Время восстановления ЭС равно 5 часам при вероятности безотказной работы 0,9 и времени выполнения задания $P(t_3)=0,81$. Требуется рассчитать: время работы; коэффициент готовности; время наработки на отказ.

Варианты ответа:

- а) 32 часа; 0,485; 10,3 часа;
- б) 47 часов; 0,562; 12 часов;
- в) 64 часа; 0,729; 13,5 часов;
- г) 72 часа; 0,853; 15,5 часов;
- д) 82 часа; 0,922; 17,5 часов.

6. Радиоэлектронная система состоит из пяти резервных блоков. Вероятность отказа каждого из блоков за время t равна 0,25. Требуется определить вероятность того, что за время t будет исправен хотя бы один блок; откажут все пять блоков.

Варианты ответа:

- а) 0,011; 0,002;
- б) 0,013; 0,011;
- в) 0,012; 0,001;
- г) 0,015; 0,022;
- д) 0,015; 0,001.

7. Радиоэлектронное средство состоит из трех модулей, с интенсивностями отказов: $\lambda_1=10^{-6} \text{ ч}^{-1}$; $\lambda_2=10^{-5} \text{ ч}^{-1}$; $\lambda_3=10^{-4} \text{ ч}^{-1}$. Второй модуль проработал исправно 100 часов, а третий 200 часов. Первый модуль работал исправно 300 часов. Требуется найти вероятность безотказной работы всего радиоэлектронного средства за 300 часов работы.

Варианты ответа:

- а) 0,967;
- б) 0,972;
- в) 0,981;
- г) 0,985;
- д) 0,992.

8. Амперметр с пределами измерений I_n показывает I_x . Погрешность от подключения амперметра в цепь Δs . Среднее квадратическое отклонение показаний прибора σ_I . Требуется рассчитать доверительный интервал для истинного значения измеряемой силы тока цепи с вероятностью

$P = 0,9544$ ($t_p=2$). Исходные данные: $I_n = 10$ А, $I_n = 9$ А, $\Delta s = +0,4$ А, $\sigma_1 = 0,4$ А.

Варианты ответа:

- а) [6,2; 7,8];
- б) [6,9; 8,3];
- в) [7,8; 9,4];
- г) [8,4; 8,9];
- д) [9,0; 9,9].

9. Определите потери в свободном пространстве сигнала с частотой 30 ГГц при распространении на расстояние 1 км в размах и дБ.

Варианты ответа:

- а) $1,12 \cdot 10^{10}$ раз и 251,1 дБ;
- б) $1,58 \cdot 10^{12}$ раз и 121,98 дБ;
- в) $1,22 \cdot 10^9$ раз и 96,33 дБ;
- г) $1,22 \cdot 10^{14}$ раз и 144,11 дБ;
- д) $1,58 \cdot 10^{12}$ раз и 121,98 дБ.

10. Требуется изолировать плоскую поверхность таким образом, чтобы потеря тепла с единицы поверхности в единицу времени была не больше 450 Вт/м^2 . Под изоляцией температура поверхности 450°C , а температура внешней поверхности теплоизоляции 50°C . Требуется определить толщину изоляции если: а) изоляция сделана из совелита ($\lambda=0,09+0,0000872 \cdot t \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$); б) изоляция сделана из асботермита ($\lambda=0,109+0,000146 \cdot t \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$).

Варианты ответа:

- а) $\delta_1=0,0994$ м; $\delta_2=0,129$ м;
- б) $\delta_1=0,0788$ м; $\delta_2=0,11$ м;
- в) $\delta_1=0,12$ м; $\delta_2=0,33$ м;
- г) $\delta_1=1,2998$ м; $\delta_2=0,312$ м;
- д) $\delta_1=0,0054$ м; $\delta_2=0,009$ м.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает проведение зачета.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Что понимается под степенью свободы механической системы?
2. Приведите примеры моделей геометрической формы и способов крепления.

3. Какие силы действуют при колебаниях систем? Напишите их математические модели
4. Дайте характеристику случайной вибрации
5. Какими параметрами описывается ударный импульс? Приведите формы ударных импульсов
6. Что понимается под линейным ускорением?
7. Какие применяются уравнения колебаний систем с сосредоточенными параметрами
8. Расскажите об уравнениях колебаний систем с распределенными параметрами
9. Как определяется СЧК системы с одной степенью свободы (ОСС)?
10. Выведите формулу коэффициента динамического усиления колебаний для системы с ОСС
11. Нарисуйте график зависимости КП от частоты и объясните основные способы защиты изделий от вибраций.
12. Приведите векторную диаграмму сил, действующих на систему с ОСС
13. Дайте анализ системы с ОСС при случайном вибрационном воздействии
14. Почему применяется операторный метод при анализе системы с ОСС на ударное воздействие?
15. Как определяются СЧК системы с двумя степенями свободы?
16. Дайте анализ вынужденных колебаний системы с ОСС.
17. Что понимается под динамическим гасителем колебаний? Принцип работы и недостатки ДГК
18. Напишите Уравнения Лагранжа для свободных колебаний системы с шестью степенями свободы.
19. Как определяется СЧК систем с шестью степенями свободы?
20. Как составляются уравнения вынужденных колебаний для систем с шестью степенями свободы?
21. Приведите примеры замены производных конечностными разностями
22. Как находятся прогибы в условных точках (за границами определения функций)?
23. Какие известны программные комплексы, основанные на МКЭ?
24. Напишите условие прочности для балок.
25. Что понимается под моментом сопротивления балки?
26. Как определяется распределение пиковых значений напряжений при случайном возбуждении?
27. Нарисуйте АЧХ ячеек без ДВ и с ДВ
28. Что понимается под спектральной плотностью процесса?
29. Расскажите о методике расчета прочности балок при ударном воздействии.
30. Каковы особенности расчета прочности для пластин при гармонической вибрации?
31. В чем заключается методика расчета прочности при ударном воздействии.
32. Что определяет кривая Веллера?

33. В чем заключается принцип работы ячеек с ДВ?
34. Что понимается под входом, выходом, процессом и обратной связью в системе ВЗ электронных средств?
35. Какие достоинства и недостатки у резинометаллических виброизоляторов?
36. Расскажите о последовательности этапов проектирования систем ВИ.
37. Из каких соображений выбираются виброизоляторы?
38. Какие задачи решаются при статическом расчете СВИ?
39. В чем заключаются цели динамического расчета СВИ?
40. Какие основные группы виброизоляторов применяются?
41. Какие преимущества у металлопружинных по сравнению с резинометаллическими виброизоляторами?
42. Что является условием эффективной виброизоляции?
43. Что понимается под входом, выходом, процессом и обратной связью в системе ВЗ электронных средств?
44. К каким отрицательным явлениям могут привести вибрации ячеек ЭС?
45. Почему ячейки РЭС являются наиболее «слабым местом» при механических воздействиях?
46. Какие способы ВЗ применяются для ЭРЭ, ячеек, блоков, стоек?
47. Нарисуйте структурно-функциональную схему виброзащиты блока ЭС.
48. На какие иерархические уровни можно разделить конструкции ЭС?

7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет с оценкой проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов, 10 стандартных задач и 10 прикладных задач. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 30.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 16 баллов.
2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 16 до 20 баллов.
3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 21 до 25 баллов.
4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 26 до 30 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Структура и классификация механических воздействующих факторов	ПК-2; ПК-7	Тест, зачет, устный опрос

2	Акустические воздействующие факторы на приборы и системы	ПК-2; ПК-7	Тест, зачет, устный опрос
3	. Вибрационные воздействующие факторы на приборы и системы	ПК-2; ПК-7	Тест, зачет, устный опрос
4	Современные и перспективные виды виртуальных испытаний приборов и систем на механические нагрузки.	ПК-2; ПК-7	Тест, зачет, устный опрос
5	Системы защиты приборов от деструктивных влияний ударных нагрузок	ПК-2; ПК-7	Тест, зачет, устный опрос
6	Способы защиты приборов и систем на воздействия вибрации	ПК-2; ПК-7	Тест, экзамен, устный опрос
7	Обеспечение надежности приборов и систем при ударных нагрузках	ПК-2; ПК-7	Тест, экзамен, устный опрос
8	Защита приборов и систем от механических воздействующих факторов.	ПК-2; ПК-7	Тест, экзамен, устный опрос
9	Виброзащита приборов и систем заливкой полимерным компаундом.	ПК-2; ПК-7	Тест, экзамен, устный опрос
10	Особенности испытательных камер приборов и систем на вибрационные воздействия.	ПК-2; ПК-7	Тест, экзамен, устный опрос

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется

проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Малинский В. Д. Контроль и испытания радиоаппаратуры. М: Энергия, 1970 г. 336с;
2. Испытания радиоэлектронной, электронно-вычислительной аппаратуры и испытательное оборудование: Учеб. Пособие для вузов. Под ред. А. И. Коробова. – М.: Радио и связь, 1987.-272с.:ил.
3. Байда Н.П., Неслора В.Н., Роик А.М., Самообучающие анализаторы производственных дефектов РЭА.М.: Радио и связь, 1991. – 256с
4. Никитин Л.Н., Пирогов А.А., Бобылкин И.С. Методы и средства испытаний и контроля приборов и систем. Учеб. пособие. Воронеж:гос.техн.ун-т,2018.-172 с. (2252 КБ)
5. Никитин Л.Н. Испытания РЭА: Учеб. пособие. Воронеж:гос.техн.ун-т,2008.-218 с
6. Никитин Л.Н. Испытания, контроль и диагностика радиоэлектронной аппаратуры: Учеб. пособие. Воронеж: Воронеж. гос. техн. ун-т, 2009. -250 с
7. Никитин Л.Н. Виртуальные методы испытаний: лабораторный практикум: учеб. пособие / Л.Н. Никитин, И.А. Лозовой. Воронеж: ФГБОУВПО «Воронежский государственный технический университет»,2011. 93 с
8. Никитин Л.Н Испытание радиоэлектронной аппаратуры: Учебное пособие. Воронеж: Воронеж. гос. техн. ун-т, 3.5 Мб.2013.
9. Никитин Л.Н Учебное пособие по выполнению практических занятий для бакалавров, обучающихся по направлению 211000.(62) «Конструирование и технология электронных средств» и 200100.62 «Приборостроение» / ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический институт»; сост. Л. Н. Никитин. Воронеж, 2015. 133 с
10. Федотов В.К. Контроль и испытания в проектировании и производстве радиоэлектронных средств / В.А. Федотов, Н.П. Сергеев. А.А. Кондрашин; под ред. В.К. Федотова. - М.: Техносфера, 2005. - 502с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов

информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Microsoft Word, Microsoft Excel, Internet Explorer, программный комплекс «Компас 3D LT», программа на ЭВМ Creo для проведения расчета надежности и виброустойчивости различных конструкций РЭС».

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения лекционных занятий необходима аудитория, оснащенная видеопроектором с экраном и пособиями по профилю.

Компьютерный класс, оснащенный ПЭВМ с установленным программным обеспечением, ауд. 234/3, 226/3.

Видеопроектор с экраном в ауд. 234/3.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Методы и средства защиты приборов и систем от механических воздействий» читаются лекции, проводятся лабораторные и занятия.

Лекции представляет собой систематическое, последовательное изложение учебного материала. Это – одна из важнейших форм учебного процесса и один из основных методов преподавания в вузе. На лекциях от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. Качественный конспект должен легко восприниматься зрительно, в его тексте следует соблюдать абзацы, выделять заголовки, пронумеровать формулы, подчеркнуть термины. В качестве ценного совета рекомендуется записывать не каждое слово лектора (иначе можно потерять мысль и начать писать автоматически, не вникая в смысл), а постараться понять основную мысль лектора, а затем записать, используя понятные сокращения.

- Самостоятельные занятия позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности практических занятий для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.

- Кроме того самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования и предполагает следующие составляющие:

- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;
- выполнение домашних заданий и типовых расчетов;
- работа над темами для самостоятельного изучения;

- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;
- подготовка к зачетам и экзаменам.

Кроме базовых учебников рекомендуется самостоятельно использовать имеющиеся в библиотеке учебно-методические пособия. Независимо от вида учебника, работа с ним должна происходить в течение всего семестра. Эффективнее работать с учебником не после, а перед лекцией.

При ознакомлении с каким-либо разделом рекомендуется прочитать его целиком, стараясь уловить общую логику изложения темы. При повторном чтении хорошо акцентировать внимание на ключевых вопросах и основных теоремах (формулах). Можно составить их краткий конспект.

Степень усвоения материала проверяется следующими видами контроля:

- текущий (опрос, контрольные работы, типовые расчеты);
- рубежный (коллоквиум);
- промежуточный (курсовая работа, зачет, зачет с оценкой, экзамен).

Коллоквиум – форма итоговой проверки знаний студентов по определенным темам.

Зачет – форма проверки знаний и навыков, полученных на лекционных и практических занятиях. Сдача всех зачетов, предусмотренных учебным планом на данный семестр, является обязательным условием для допуска к экзаменационной сессии.

Экзамен – форма итоговой проверки знаний студентов.

Для успешной сдачи экзамена необходимо выполнить следующие рекомендации – готовиться к экзамену следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до экзамена. Данные перед экзаменом три-четыре дня эффективнее всего использовать для повторения.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практические занятия	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практике.

	ских занятиях.
--	----------------

АННОТАЦИЯ

к рабочей программе дисциплины **«Методы и средства защиты приборов и систем от механических воздействий»**

Направление подготовки (специальность) 12.04.01 – Приборостроение
Магистерская программа "Автоматизированное проектирование приборов и комплексов"

Квалификация выпускника Магистр

Нормативный период обучения 2 года / 2 года 3 месяца

Форма обучения Очная / Заочная

Год начала подготовки 2020 г.

1.1. Цели изучения дисциплины

Формирование у магистрантов базовых знаний по анализу надежности и долговечности приборов, выбору основных направлений по повышению показателей надежности на стадии проектирования оборудования и его эксплуатации..

1.2. Задачи освоения дисциплины

Приобретение навыков, необходимых для оформления расчетно-конструкторской документации согласно ЕСТП, ЕСКД, ОСТП и ГОСТ.

Перечень формируемых компетенций:

Дать развернутое представление об общих задачах надежности, технической диагностики и методах их решения; заложить основы вероятностного восприятия физических явлений и дать знание соответствующего математического аппарата; приложить общие положения надежности и технической диагностики к процессу технической эксплуатации приборов и проиллюстрировать их возможности в решении конкретных технических задач

ПК-2 - Способность разработать и провести оптимизацию натурных экспериментальных исследований приборных систем с учетом критериев надежности

ПК-7 - Способность организовать современное метрологическое обеспечение технологических процессов производства приборных систем и разрабатывать новые методы контроля качества выпускаемой продукции и технологических процессов

Общая трудоемкость дисциплины ЗЕТ: 5 з.е.

Форма итогового контроля по дисциплине: экзамен
(зачет, зачет с оценкой, экзамен)