ПРИЛОЖЕНИЕ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

КАФЕДРА СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

по дисциплине

Б1.В.ДВ.01.01 «Методы расчета надежности сложных технических систем (в конструировании и технологии ЭВС)»

Направление подготовки

11.04.03 Конструирование и технология электронных средств

ОПОП академической магистратуры

«Конструирование и технология электронно-вычислительных средств»

Квалификация (степень) выпускника — магистр

Форма обучения — очная, очно-заочная

Рязань, 2020 г.

Оценочные материалы – это совокупность учебно-методических материалов (контрольных заданий и задач), предназначенных для оценки качества освоения обучающимися данной дисциплины как части основной профессиональной образовательной программы.

Цель – оценить соответствие знаний, умений и уровня приобретенных компетенций, обучающихся целям и требованиям основной профессиональной образовательной программы в ходе проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

Основная задача – обеспечить оценку уровня сформированности общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, приобретаемых обучающимся в соответствии с этими требованиями.

Контроль знаний проводится в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости проводится с целью определения степени усвоения учебного материала, своевременного выявления и устранения недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по совершенствованию методики преподавания учебной дисциплины (модуля), организации работы обучающихся в ходе учебных занятий и оказания им индивидуальной помощи.

К контролю текущей успеваемости относятся проверка знаний, умений и навыков, приобретенных обучающимися в ходе выполнения индивидуальных заданий на практических занятиях и лабораторных работах. При оценивании результатов освоения тем практических занятий применяется шкала оценки «зачтено – не зачтено». Количество практических работ и их тематика определена рабочей программой дисциплины, утвержденной заведующим кафедрой.

Результат выполнения каждого индивидуального задания должен соответствовать всем критериям оценки в соответствии с компетенциями, установленными для заданного раздела дисциплины.

Промежуточный контроль по дисциплине осуществляется проведением экзамена.

Форма проведения экзамена – ответы на вопросы в экзаменационных билетах и решение задачи.

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или её части)	Вид, метод, форма оценочного мероприятия
1	Основные понятия теории надежности	ПК-2	текущий контроль, зачет
2	Основы математического описания надежности технических систем.	ПК-2	текущий контроль, выполнение практического задания (ПЗ), зачет
3	Факторы, влияющие на надежность электронно-вычислительных средств и модели отказов	ПК-2	текущий контроль, выполнение ПЗ, зачет
4	Основы расчетов надежности сложных систем	ПК-2	текущий контроль, выполнение ПЗ, зачет
5	Надежность технических систем при испытаниях	ПК-2	текущий контроль, выполнение ПЗ, зачет
6	Оценивание надежности объектов по результатам эксплуатации	ПК-2	текущий контроль, зачет
7	Методы повышения надежности сложных технических систем на различных этапах жизненного цикла	ПК-2	текущий контроль, выполнение ПЗ, зачет
8	Живучесть технических систем	ПК-2	текущий контроль, зачет
9	Надежность оперативного персонала сложных систем	ПК-2	текущий контроль, зачет

Показатели и критерии обобщенных результатов обучения

Результаты обучения по дисциплине	Показатели оценки результата	Критерии оценки результата
ПК-2 <u>Знать</u>: методы и средства разработки моделей надежности сложных систем, методы и модели расчета структурной и функциональной надежности сложных систем, номенклатуру показателей надежности электронных средств, факторы, влияющие на надежность объектов, методы повышения надежности электронных средств , значение технологии в повышении безотказности электронных средств и улучшении их ремонтопригодности, требования к разработке проектно-конструкторской документации на конструкции электронных средств <u>Уметь</u>: выполнять моделирование сложных систем с целью анализа их надежности и оптимизации их параметров и структуры для повышения надежности с использованием имеющихся стандартных пакетов прикладных программ, правильно применять методы расчета надежности при проектировании модулей, блоков, систем и комплексов электронных средств, применять методы испытаний на надежность, проводить экспериментальные исследования надежности сложных систем, учитывать в расчетах надежности изделий особенности их технологии, грамотно включать показатели надежности в технические	Выполнение практического задания на тему составления и решения уравнений, описывающих вероятности состояний системы. Составление схемы модели в среде MATLAB и проведение эксперимента. Выполнение заданий по проведению типовых расчетов надежности систем (с анализом возможностей повышения надежности до требуемого уровня) Выполнение расчетов типовых узлов при заданных нагрузках. Разработка конструкций, обеспечивающих снижение вредных факторов. Выполнение сопоставительного анализа надежности типовых	Обучающийся должен продемонстрировать знание моделей случайных процессов в теории надежности. Обучающийся должен обеспечить соответствие структуры и содержания программной модели процессам в моделируемой системе. Обучающийся должен дать теоретическое объяснение полученных результатов моделирования. Обучающийся должен обнаружить понимание задачи расчета надежности системы и знание соответствующих задаче моделей расчета. Обучающийся должен показать умение правильно применять методы расчета как структурной, так и функциональной надежности. Обучающийся должен дать анализ результатов расчета и соответствующие практические рекомендации. Обучающийся должен выбрать номенклатуру показателей надежности в соответствии с положениями действующих стандартов. Обучающийся должен продемонстрировать знание и грамотное использование методик расчета типовых узлов при заданных нагрузках. Обучающийся должен показать умение строить план испытаний заданного вида и типа. Обучающийся должен дать обоснование выбора метода и режима испытаний на надежность. Обучающийся должен описать методику обработки результатов испытаний. Обучающийся должен показать умение правильно применять известные конструктивные методы повышения надежности. Обучающийся должен показать

задания на выполнение проектов электронных средств. <u>Владеть:</u> навыками проведения научных исследований с помощью математических и физических моделей, навыками проведения расчетов надежности электронных средств, навыками проведения и обработки результатов испытаний объектов на надежность, способностью анализа результатов расчета и испытаний и выработки мер повышения надежности с учетом заданных требований.	элементов, реализованных по разным технологиям.	понимание влияния технологии изготовления типовых элементов и узлов электронных средств на их надежность.

Шкала оценки сформированности компетенций

В процессе оценки сформированности знаний, умений и навыков обучающегося по дисциплине, производимой на этапе текущей аттестации и на этапе промежуточной аттестации в форме зачета, используется оценочная шкала «зачтено – не зачтено».

«Зачтено» заслуживает обучающийся, прочно усвоивший предусмотренный программой материал, правильно и аргументировано ответивший на все вопросы, успешно выполнивший предусмотренные в программе задания, усвоивший рекомендованную учебную литературу, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способный к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

«Не зачтено» выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка «**не зачтено**» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по дисциплине.

При аттестации оценивается качество речи при устном ответе или письменной формы представления материала. Оцениваются также успехи при выполнении заданий на практических занятиях.

На этапе текущей аттестации оценку «зачтено» получают обучающиеся, успешно (без серьезных ошибок или с их последующим исправлением) выполнившие задания по темам практических занятий.

Типовые контрольные задания или иные материалы

Вопросы к зачету по дисциплине

1) Методы распределения нормируемых показателей надежности при задании требований к надежности сложной технической системы на этапах проектирования.
2) Понятие отказа сложной системы. Живучесть сложных систем.
3) Программа обеспечения надежности сложных систем.

4) Законы распределения случайных величин, применяемые в теории надежности.
5) Модели случайных процессов в теории надежности.
6) Уравнения Колмогорова и их применение для анализа системы, требующей подготовки к применению.
7) Виды, причины и механизмы отказов элементов ЭС. Первичный и вторичный анализ отказов интегральных микросхем.
8) Аппаратурные факторы, влияющие на надежность компьютерных систем.
9) Модели надежности «параметр – поле допуска».
10) Модели надежности «нагрузка – несущая способность»
11) Типовые случаи расчетов проектной надежности (в частности, с учетом и без учета восстановления резервных элементов).
12) Определение средней наработки на отказ и коэффициента готовности сложной системы.
13) Логико-вероятностный метод расчета надежности.
14) Расчет надежности структурно сложных схем методом разложения относительно особого элемента.
15) Расчет надежности структурно сложных схем методом прямого перебора состояний.
16) Надежность программного обеспечения: модели надежности программ.
17) Факторы, влияющие на надежность программного обеспечения (ПО).
18) Оценочные модели надежности ПО: модели Джелински-Моранда и Шумана.
19) Методы и технология обеспечения надежности программных комплексов.
20) Оценка функциональной надежности сложных систем.
21) Показатели надежности человека-оператора
22) Значение экспериментального исследования надежности и виды испытаний на надежность.
23) Многофакторные испытания на надежность.
24) Контрольные испытания на надежность, основанные на последовательном анализе.
25) Ускорение испытаний на надежность.
26) Оценка показателей надежности путем обработки усеченных выборок.
27) Выбор и проверка гипотезы о законе распределения случайных величин по эксплуатационной информации.
28) Оценка неизвестного параметра закона распределения случайной величины по собранной в результате эксплуатации выборке значений методом максимального правдоподобия.
29) Способы повышения надежности технических систем.
30) Схемные, конструктивные и технологические методы повышения надежности.
31) Методы структурного резервирования.
32) Сопоставление вероятностей отказа схем при различных кратностях и методах структурного резервирования.
33) Общее и раздельное резервирование: сравнительный анализ.
34) Методы временного резервирования. Функциональное резервирование.
35) Информационные методы повышения надежности электронных средств.
36) Оценка живучести технических систем по минимаксному критерию.

Задачи к зачету по дисциплине

1) Система проработала 1000 часов, после чего стали проводиться наблюдения за её работой. В течение последующих 2000 часов работы системы было зафиксировано 6 отказов. Определить среднюю наработку на отказ.
2) За 2000 часов испытания 1000 однотипных приборов отказало 40 из них. Определить вероятность безотказной работы этих приборов в течение 2000 часов.

3) Определить вероятность отказа системы при наработке t ед. времени, если наработка до отказа имеет логарифмически нормальное распределение с параметрами m и σ (параметры t, m и σ заданы численно).

4) Интенсивность отказов системы равна $\lambda = 0{,}01$ ч $^{-1}$. Среднее время восстановления равно 10 ч. Какова вероятность застать систему в исправном состоянии в момент времени t = 30 ч.?
5) Наработка элемента системы имеет распределение Вейбулла с параметром формы $\alpha = 0{,}5$ и параметром масштаба $\theta = 0{,}001$ ч $^{-0,5}$. Какова интенсивность отказов элемента системы при наработке 1000 ч.?
6) Рассчитать ВБР системы за $t=10^3$ ч. Модель надежности системы включает три параллельно включенных образца оборудования. Отказы образцов имеют одну и ту же постоянную интенсивность $\lambda = 10^{-4}$ ч.
7) Система состоит из трех модулей, средние наработки до отказа которых равны T_i (числа заданы). Определить среднюю наработку до отказа всей системы, если наработка до отказа всех модулей имеет экспоненциальное распределение.
8) На испытание было поставлено n изделий. Испытания проводились в течение 50 час. В процессе испытаний отказали r изделий; моменты отказов представлены в таблице (прилагается). Остальные элементы не отказали. Найти доверительные границы средней наработки на отказ при доверительной вероятности β.
9) Составить план контрольных испытаний на надежность (то есть определить объем выборки и приемочное число), если браковочный уровень дефектности соответствует вероятности отказа $q_2 = 0{,}1$ за время t = 5000 ч, а время испытаний установлено $t_и = 500$ ч при риске заказчика $\beta = 0{,}1$.

10) Прочность элемента имеет экспоненциальное распределение со средним значением $m[\rho]$. Возникающее в элементе напряжение распределено по нормальному закону с параметрами $m[\psi]$ и σ_ψ (численные значения заданы). Вычислить вероятность безотказной работы элемента.
11) Устройство содержит 10 микросхем, интенсивность отказов которых, по справочным данным, равна $0{,}02\cdot10^{-6}$ ч $^{-1}$. Номинальное напряжение питания 5 В, допустимое значение статического потенциала 24 В, пробивное напряжение 15 В. Устройство эксплуатируется при температуре окружающей среды 60 º С и подвергается механическим воздействиям в условиях железнодорожного транспорта. Определить интенсивность отказов устройства при указанных условиях.
12) Определить коэффициент готовности восстанавливаемой системы, если известно, что в ней имеют место простейшие потоки отказов и восстановлений с постоянными интенсивностями (λ_i = const, μ_i = const). Система состоит из четырех последовательно включенных элементов с коэффициентами готовности $k_{гi}$ (i = 1,..,4); численные значения $k_{гi}$ заданы.
13) Составить структурную схему надежности и граф состояний резервированной восстанавливаемой системы, которая состоит из трехканального вычислительного устройства с мажоритарным резервированием и блока питания без резерва.
14) Определить коэффициент оперативной готовности нерезервированной системы, состоящей из пяти устройств с известными численно значениями интенсивностей отказов и восстановлений (λ_i , μ_i ; i = 1,..,5). Время функционирования (t) системы задано.
15) Определить коэффициент готовности восстанавливаемого вычислителя, реализованного по схеме мажоритарного резервирования «2 из 3»; интенсивности отказов и восстановлений всех элементов схемы (включая мажоритарный элемент) заданы.
16) Система состоит из электронного и электромеханического устройств, у которых интенсивности отказов определяются соответственно как $\lambda_1 = 10^{-4}$ ч $^{-1}$ и $\lambda_2 = 0{,}2\cdot 10^{-4}$ t, ч $^{-1}$. Определить вероятность безотказной работы системы в течение100 ч.
17) Выразить ВБР системы с заданной структурной схемой надежности через вероятности безотказной работы (ВБР) её элементов.
18) Рассчитать объемы выборок при испытаниях в нормальном и утяжеленном режимах: $m_\rho = m_\rho' = 15$ МПа; $\sigma_\rho = \sigma_\rho' = 3$ МПа; $\nu_\rho = \nu_\rho' = 0{,}2$; n =1,5 (запас прочности в нормальном режиме испытаний); n'=1,27 (запас прочности в утяжеленном режиме испытаний); $\eta = 1{,}18$. Параметры прочности при нормальном и утяжеленном режиме считать неизменными, а вариацию нагрузки ν_ψ − незначительной.

Темы практических занятий по дисциплине

1) Выбор и обоснование показателей надежности при составлении ТЗ на проектирование сложной технической системы.
2) Расчет надежности электронного блока с помощью информационно-справочной автоматизированной системы с анализом моделей надежности типовых электрорадиоизделий.
3) Сопоставление технологии соединений по их надежности.
4) Моделирование надежности дублированной системы с переключателем.
5) Оценка функциональной надежности систем (на примерах систем электронной идентификации и магнитного центрирования).
6) Расчет надежности электронных средств по модели «нагрузка – несущая способность».
7) Решение задач по расчету надежности структурно сложных схем.
8) Исследование системы с мажоритарным резервированием.
9) Решение задач по составлению планов испытаний на надежность.
10) Моделирование ускоренных испытаний электронных средств в среде LabVIEW.
11) Сравнение вариантов организации системы управления по минимаксному критерию живучести при кратности воздействий R.

Составил
доцент кафедры САПР ВС
к.т.н., доцент В.П. Федоров

Заведующий кафедрой САПР ВС,
д.т.н., профессор В.П. Корячко