

ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института
Высшая школа электроники и
компьютерных наук

17.07.2017 Г. И. Радченко

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
к ОП ВО от 28.06.2017 №007-03-1548

дисциплины В.1.04 Прикладная теория надежности
для специальности 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами
уровень специалист **тип программы** Специалитет
специализация Системы управления движением летательных аппаратов
форма обучения очная
кафедра-разработчик Системы автоматического управления

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами, утверждённым приказом Минобрнауки от 11.08.2016 № 1032

Зав.кафедрой разработчика,
д.техн.н., проф.
(ученая степень, ученое звание)

15.04.2017
(подпись)

В. И. Ширяев

Разработчик программы,
к.техн.н., доц., доцент
(ученая степень, ученое звание,
должность)

15.04.2017
(подпись)

О. О. Павловская

1. Цели и задачи дисциплины

Цель – усвоение методов анализа надежности систем управления и приемов обеспечения требуемой надежности систем управления в условиях реальной эксплуатации. Задачи – обучить студентов: – использованию методов анализа надежности элементов/систем, что служит инструментом для обоснования проектного решения, для проверки его корректности и эффективности; – методам обеспечения высокого качества (по критериям надежности) техники, – методикам проведения испытаний на надежность аппаратуры и программного обеспечения.

Краткое содержание дисциплины

Основные понятия теории надежности; классификация отказов; критерии надежности; основные расчетные модели для оценки показателей надежности аппаратуры; расчет надежности систем с использованием теории вероятностей и математической логики по схеме надежности; расчет надежности систем, работающих в многофазном режиме; расчет надежности системы по графу состояний; виды и содержание испытаний; структура испытательного комплекса; анализ надежности малосерийных высоконадежных объектов по цензурированным выборкам; виды избыточности и резервирования; эксплуатационная надежность эргатической системы.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ОПК-2 владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, наличием работы с компьютером как средством управления информацией	Знать:прикладное программное обеспечение, позволяющее автоматизировать расчет надежности
	Уметь:использовать прикладные пакеты для решения задач анализа надежности систем
	Владеть:навыками поиска и систематизации научно-технической информации из различных источников для решения профессиональных задач, связанных с анализом надежности и обеспечением требуемой надежности техники
ПК-34 способностью проводить первичный анализ результатов испытаний, их оценку, составление моделей ошибок для их компенсации	Знать:виды испытаний, структуру испытательного комплекса, методики оценки показателей надежности по результатам определительных и контрольных испытаний
	Уметь:получать оценки показателей надежности объектов и систем по результатам испытаний
	Владеть:навыками определения закона надежности и его параметров по результатам обработки выборок, состоящих из наработок на отказ, и цензурированных выборок
ПК-37 способностью выполнять работы по обеспечению высокого качества техники на всех стадиях ее жизненного цикла	Знать:методы анализа надежности систем, виды избыточности, виды резервов, приемы активного обеспечения безопасности полета летательного аппарата

	Уметь: составлять схемы надежности объектов/систем и проводить расчет показателей надежности, используя аппарат теории вероятности и математической логики ; составлять граф состояний системы и проводить расчет показателей надежности, используя уравнения Колмогорова
	Владеть: навыками расчета показателей надежности по схеме надежности и по графу состояний системы, навыками обоснования масштаба и кратности резерва

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.15 Теория вероятностей и математическая статистика, Б.1.24 Теория автоматического управления	В.1.02 Испытания приборов и систем, Б.1.33 Проектирование систем автоматического управления движением летательных аппаратов, Преддипломная практика (10 семестр)

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		7
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия</i>	48	48
Лекции (Л)	24	24
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	24	24
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	60	60
Изучение тем, не выносимых на лекции и практические занятия	30	30
Подготовка к тестовым работам и зачету	30	30
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

5. Содержание дисциплины

№	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в
---	----------------------------------	-------------------------------------

раздела		часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Основные понятия теории надежности	2	2	0	0
2	Критерии и законы надежности	7	4	0	3
3	Надежность элемента. Расчет надежности системы	28	10	0	18
4	Организация и проведение испытаний на надежность	7	6	0	1
5	Синтез систем с требуемой надежностью	4	2	0	2

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Основные понятия: элементы, системы, отказ, работоспособность, исправность, безотказность, долговечность, сохраняемость, ремонтпригодность, живучесть и достоверность	1
2	1	Надежность и качество. Надежность и эффективность. Управление надежностью. Классификация отказов	1
3	2	Критерии надежности	2
4	2	Основные расчетные модели для оценки показателей надежности аппаратуры	2
5	3	Надежность элемента без восстановления и с восстановлением	1
6	3	Расчет надежности по схеме надежности с использованием аппарата теории вероятности и математической логики	4
7	3	Расчет надежности систем по графам состояний	5
8	4	Виды испытаний. Содержание испытаний. Обобщенная структура испытательного комплекса. Стендовое оборудование.	3
9	4	Определительные, контрольные и специальные испытания: методики проведения, анализ результатов.	3
10	5	Этапы синтеза систем с требуемой надежностью. Виды избыточности. Виды резерва. Подходы к определению масштаба и кратности резерва.	2

5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	Расчет показателей надежности системы с известной моделью надежности	2
2	2	Определение закона надежности и его параметров по выборке, состоящей из наработок на отказ	1
3	3	Получение схемы расчета надежности системы	2
4	3	Расчет надежности системы по схеме надежности с использованием аппарата теории вероятности и аппарата математической логики	6
5	3	Расчет надежности системы по графу состояний	6
6	3	Расчет надежности системы со скользящим резервом	2
7	3	Расчет надежности системы, работающей в многофазном режиме.	2
8	4	Применение метода последовательных испытаний	1

8	5	Защита СУ от отказа дифференцирующей цепи. Защита схемы от отказа блока питания узла нагрузки	2
---	---	---	---

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Изучение тем, не выносимых на лекции и практические занятия: эргономика и качество АСОИУ	Шакурский, А.В. Диагностика и надежность автоматизированных систем. Теория надежности: учебно-методическое пособие. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Пенза : ПензГТУ, 2011. — 153 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/62591 . - Глава 3	30
Подготовка к мероприятиям текущего и итогового контроля	электронные учебно-методические материалы 1 (глава 2,3), электронные учебно-методические материалы 2 (глава 4), электронные учебно-методические материалы 3 (С.156-231) тура 1 (С.5-308), доп. печ. литература 2 (С.5-300), методическое пособие для СРС (С.3-91)	30

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
метод проблемного изложения	Лекции	преподавание имитирует исследовательский процесс (выдвигаются первоначально несколько ключевых постулатов по теме лекции, изложение выстраивается по принципу самостоятельного анализа и обобщения студентами учебного материала). Это позволяет заинтересовать студента, вовлечь его в процесс обучения. Стимулируя разрешение проблемы, преподаватель снимает противоречия между имеющимся ее пониманием и требуемыми от студента знаниями. Главный успех данного метода в том, что преподаватель добивается от аудитории «самостоятельного решения» поставленной проблемы	4
Доклады студентов с обсуждением	Лабораторные занятия	Доклады студентов на темы, не выносимые на лекционные и практические занятия. Для повышения наглядности излагаемого материала используются презентации.	10

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Критерии и законы надежности	ОПК-2 владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, наличием работы с компьютером как средством управления информацией	тест на бумажном носителе (текущий контроль)	1-21
Надежность элемента. Расчет надежности системы	ПК-37 способностью выполнять работы по обеспечению высокого качества техники на всех стадиях ее жизненного цикла	тест на бумажном носителе (текущий контроль)	1-16
Синтез систем с требуемой надежностью	ПК-37 способностью выполнять работы по обеспечению высокого качества техники на всех стадиях ее жизненного цикла	тест на бумажном носителе (текущий контроль)	1-26
Все разделы	ПК-37 способностью выполнять работы по обеспечению высокого качества техники на всех стадиях ее жизненного цикла	Зачетная работа (итоговый контроль)	1-11

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
тест на бумажном носителе (текущий контроль)	максимальная оценка за тест - 20 баллов	Зачтено: не менее 12 баллов Не зачтено: менее 12 баллов
тест на бумажном носителе (текущий контроль)	тест оценивается максимум на 20 баллов	Зачтено: не менее 12 баллов Не зачтено: менее 12 баллов
тест на бумажном носителе (текущий контроль)	тест оценивается максимум на 20 баллов	Зачтено: не менее 12 баллов Не зачтено: менее 12 баллов
Зачетная работа (итоговый контроль)	Письменное решение задач в течение 90 мин. (на 80 баллов)	Зачтено: 48-80 баллов Не зачтено: менее 80 баллов

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
тест на бумажном носителе (текущий)	1. Продолжить: если события А и В совместны, то $P(A+B)=$ 2. "Работоспособность" объекта – понятие более (широкое/узкое) (неверное зачеркнуть), чем понятие «исправность». 3. Свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного

контроль)	состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов. О какой стороне надежности идет речь? 4. Выберите из списка дополнительные стороны надежности, введенные для характеристики надежности САУ, информационных сетей, вычислительной техники. 5. Выберите из перечисленных выражений математическое определение ВБР объекта: 6. Запишите точную и приближенную формулу для вычисления коэффициента готовности 7. При каком значении параметра m закон Вейбулла достаточно точно воспроизводит нормальный закон. 8. Укажите статистическое определение интенсивности отказов элемента: 9. Общий вид зависимости ВБР от интенсивности отказов: 10. Изобразите графики ВБР, плотности вероятности отказа и интенсивности отказов, характеризующие нормальный закон. 11. Запишите условие нормировки плотности вероятности отказов. 12. В каком случае (при каком условии) прибегают к использованию усеченного нормального закона? 13. Укажите формулу для вычисления плотности вероятности отказов объекта при экспоненциальном законе надежности. 14. Какому закону надежности подчиняются отказы изделий в период нормальной эксплуатации? 15. Пусть надежность непрерывной работы объекта подчиняется экспоненциальному закону, при этом на интервалах $[10,20]$, $[30,40]$ и т.д. объект простаивает, а время простоя не влияет на надежность объекта. Определите, какому значению исходного графика ВБР объекта соответствует $P(40)$ (ВБР объекта с учетом простоя): 16. Изделие имеет среднюю наработку на отказ 230 часов и среднее время восстановления 12 часов. Определите коэффициент готовности изделия. 17. Надежность объекта описывается законом Вейбулла с параметрами $a=1,65 \cdot 10^{-7}$ (1/ч), $m=2,6$. Найти $\lambda(200)$. 18. Результаты наблюдения за работой 10 объектов показаны в табл. Определите значения ВБР и K_g на каждом интервале и результаты расчетов занесите в таблицу. 19. Известно, что $\lambda(t)=at$. Найдите $q(t)$. 20. Время работы изделия подчинено нормальному закону с параметрами $T_0=2000$ ч, $\sigma t=900$ ч. Требуется вычислить $P(t)$, $q(t)$, $\lambda(t)$ для $t=6000$ ч. 21. Анализ данных об отказах устройства управления (УУ) показал, что ВБР выражается формулой... Вычислить СВБР УУ, если известно, что $a = 10^{-3}$ 1/ч. 1.doc
тест на бумажном носителе (текущий контроль)	1. Нижняя оценка истинной функции надежности элемента без восстановления для всех моментов времени, не превосходящих T_0 (известно только), определяется выражением: 2. Записать формулу, положенную в основу разложения сложной структуры по ключевому элементу. 3. Вычеркнуть лишнее: при _ (последовательном, параллельном)_ соединении элементов в схеме расчета надежности надежность схемы меньше надежности каждого элемента системы. 4. Показать связь ВБР элементов структуры типа «звезда» с аналогичной характеристикой структуры типа «треугольник», при условии, что структуры содержат одинаковые элементы: 5. Выберите схему расчета надежности параллельного соединения конденсаторов, соответствующую отказам типа «короткое замыкание». 6. На испытания поставлено 45 образцов радиоэлектронного оборудования. В результате наблюдения данные, сведенные в табл. Требуется определить СВБР оборудования. 7. При параллельном соединении 4-х равнонадежных элементов и

	экспоненциальном законе надежности элементов схемы время безотказной работы схемы T_0с равно 8. ВБР одного элемента в течение времени t равна $P(t) = 0,9997$. Требуется определить ВБР системы, состоящей из 3-х таких же элементов, при условии, что отказ системы происходит при отказе всех элементов. 9. Система состоит из 5-ти элементов, СВБР каждого элемента 1000 ч. Отказ системы произойдет при отказе любого элемента. Найти СВБР системы для случаев: 9.1. нерезервированной системы; 9.2. дублированной системы. 10. По результатам испытаний ста однотипных элементов получены следующие данные о числе отказавших элементов $n(t_i)$ в течение наработки t_i: Постройте гистограмму. 11. Схема расчета надежности имеет вид, представленный на рис. Выход из строя за время t различных элементов цепи — независимые события, имеющие следующие вероятности. Определить вероятность разрыва цепи. 12. Вероятность выхода из строя вычислительной машины за время 20 000 ч равна 0,15. Определить вероятность выхода из строя за указанный промежуток одного из пяти блоков вычислительной машины, если отказы всех блоков взаимно независимы и отказ даже одного блока приводит к отказу всей машины. 13. Электроснабжение информационной системы обеспечивается 4-мя блоками бесперебойного питания, мощность каждого - 100 Вт. Безаварийная работа системы возможна, если система энергообеспечения будет обеспечивать потребителя мощностью 300 Вт. Определить ВБР системы, если ВБР одного блока равна 0,9. 14. Плотность вероятности отказов изделия описывается зависимостью вида Найти значение СВБР. 15. Приемник состоит из 3-х блоков: УВЧ, УПЧ, УНЧ. Интенсивности отказов этих блоков соответственно равны $4 \cdot 10^{-4}$ (ч⁻¹), $2,5 \cdot 10^{-4}$ (ч⁻¹) и $3 \cdot 10^{-4}$ (ч⁻¹). Рассчитать ВБР приемника при $t=100$ ч для случаев: резерв отсутствует; имеется общее дублирование приемника в целом. 16. Вычислительная система состоит из трех равнонадежных ЭВМ и функционирует по принципу мажоритарной логики «2 из 3». При отказе мажоритарного устройства вычислительная система не работает. Ремонт осуществляется одной бригадой. Описать методику определения K_g системы, если известны λ, μ, $\lambda_{МУ}$ и $\mu_{МУ}$. 2.doc
тест на бумажном носителе (текущий контроль)	1. Назовите тип испытаний, в ходе которого контролируется соотношение прямого и обратного сопротивления диода, что свидетельствует о скором отказе диода. 2. Вероятность того, что бракованное изделие будет принято как годное, называют а) риском поставщика α; б) риском заказчика α; в) риском заказчика β; г) риском поставщика β Этими величинами задаются при следующих испытаниях: а) определительных; б) контрольных; в) специальных. 3. Определите правильное (для рис.1) обозначение графиков 4. Назовите план испытаний, при котором на испытания ставятся N изделий, отказавшие изделия восстанавливаются, испытания продолжаются до отказа последнего из элементов. О каком виде испытаний идет речь? ж) определительные испытания; з) специальные испытания; и) контрольные испытания. 5. Выберите схему изделия с минимальным масштабом резервирования. 6. Укажите верное соотношение ВБР системы с учетом и без учета зависимости отказов элементов 7. Чем в меньшей степени минимально допустимое значение СВБР отличается от произвольно выбранного значения, тем (больше, меньше) длительность испытаний (лишнее зачеркнуть).

8. Определите условие, при котором в результате испытаний на надежность принимается решение о приемке изделия.
9. Запишите формулу, позволяющую определить требуемое число элементов резервной группы n для обеспечения требуемой надежности системы $Q_c(t)$ при известной надежности отдельного элемента системы $Q_i(t)$.
10. Запишите расчетное выражение для определения надежности ненагруженной резервной группы
11. Формула, по которой можно рассчитать (вероятность того, что за время испытаний t произойдет r отказов), имеет вид
12. Система состоит из трех независимо работающих элементов, соединенных последовательно в структурной схеме надежности. Интенсивность отказов элементов равна соответственно: $\lambda_1=0,8 \cdot 10^{-5}$ (час $^{-1}$), $\lambda_2=0,5 \cdot 10^{-5}$ (час $^{-1}$), $\lambda_3=0,1 \cdot 10^{-5}$ (час $^{-1}$). Определить вероятность безотказной работы системы через 100 часов.
13. Определить продолжительность испытаний, которые должны подтвердить с доверительной вероятностью 0,95, что СВБР изделия не ниже 400 ч, если число испытываемых изделий равно 2-м.
14. По показателю СВБР схема поканального/поэлементного (вычеркнуть лишнее) резервирования являются более предпочтительной.
15. Запишите формулу для расчета СВБР системы с 3-х кратным ненагруженным резервом основного элемента
16. Энергетический контур любого испытательного комплекса состоит из следующих элементов: _____.
17. При последовательном соединении 2-х одинаковых элементов (СВБР элемента равно T_0) и экспоненциальном законе надежности время безотказной работы системы равно ...
18. Принять решение по результатам контрольных испытаний при следующих исходных данных: $\alpha=0,05$; $\beta=0,05$; $T_{01}=150$ час, $T_{00}=3 T_{01}$; один отказ наступает ранее 500 час.
19. Определите условие принятия решения о приемке изделия. Покажите расчетное выражение для надежности неиерархического объекта с использованием производящей функции проводится по выражениям
20. ЭВМ состоит из 100 однотипных ячеек и сконструирована так, что можно заменить любую из отказавших ячеек памяти. В составе ЗИП (обозначение, принятое в технических системах для указания на запасные части; расшифровка: «Запасные изделия прилагаемые») имеется 4 ячейки, интенсивность отказа каждой из них $0,54 \cdot 10^{-6}$ (ч $^{-1}$). Под отказом понимается событие, когда ЭВМ не может работать из-за отсутствия ЗИПа, т.е. когда весь ЗИП израсходован и отказала еще одна ячейка памяти. Предполагается экспоненциальный закон надежности. Рассчитать $P(t)$.
21. В ТЗ на изделие указано: СВБР изделия должно быть на уровне $2 \cdot 10^{-5}$ ч. Требуется провести контрольные испытания для проверки соответствия фактических характеристик объекта паспортным. Определите приемочное значение СВБР, если его браковочное значение равно 10^{-5} ч.
22. В ходе испытаний объекта в нормальных условиях в течение 800 ч установлено, что ВБР объекта равна 0,95. С целью сокращения длительности испытаний предполагается проведение ускоренных испытаний. Какова должна быть длительность ускоренных испытаний, если согласно модели подобия режимов интенсивность отказов объекта в форсированном режиме равна $\lambda=4 \cdot 10^{-4}$ (ч $^{-1}$).
23. Покажите расчетное выражение для оценки надежности восстанавливаемой резервной группы (кратность резерва 2).
24. Определите минимальное число параллельно нагруженных подсистем, обеспечивающих ВБР системы на уровне 0,8, при условии, что ВБР каждой подсистемы равно 0,5.
25. Исходная система состоит из 5000 элементов, причем отказ любого элемента приводит к отказу системы. Для повышения надежности системы решено проведение общего дублирования системы. Оцените при достижении в результате

	дублирования системы показателя $P(10)=0,9$ интенсивность отказов одного элемента системы. 26. Изобразите укрупненный граф состояний дублированной восстанавливаемой системы с резервным элементом, работающим в облегченном режиме. 3.doc										
Зачетная работа (итоговый контроль)	1. (5 баллов) Анализ данных об отказах устройства управления (УУ) показал, что ВБР выражается формулой ____ Вычислить СВБР УУ, если известно, что $a = 0,001$ 1/ч. 2. (5 баллов) Определите ВБР схемы типа «2 из 4», если ВБР одного элемента равна 0,97. 3. (5 баллов) Вероятность выхода из строя вычислительной машины за время 10 000 ч равна 0,3. Определить вероятность выхода из строя за указанный промежуток одного из пяти блоков вычислительной машины, если отказы всех блоков взаимно независимы и отказ даже одного блока приводит к отказу всей машины. 4. (5 баллов) Прибор состоит из 3-х блоков: а, b, с. Вероятность того, что за время Т каждый из блоков проработает безотказно, равна 0.9. Отказ прибора произойдет при отказе блока с и одновременном отказе блоков а и b. Определите ВБР. 5. (5 баллов) Определить продолжительность испытаний, которые должны подтвердить с доверительной вероятностью 0,95, что СВБР изделия не ниже 400 ч, если число испытываемых изделий равно 2-м. 6. (5 баллов) Определить по результатам определительных испытаний параметр экспоненциального закона надежности, если испытывались 10 образцов по плану NUT в течение 10 часов, информация об их отказах представлена в таблице. <table><tr><td>элемент №</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td>t_i, ч</td><td>5</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr></table> 7. (10 баллов) Рассчитайте среднюю производительность системы из 3-х элементов, если ВБР одного элемента 0,8, а требуемая производительность системы 30%. 8. (10 баллов) Составьте граф состояний системы, представленной схемой если система обслуживается одной бригадой с обратным приоритетом. Опишите методику нахождения ВБР системы, если элементы системы равнонадежны. 9. (10 баллов) Определить, при скольких отказах в течение 1000 ч будет принято решение о браковке изделий по результатам контрольных испытаний, если $\alpha=0,05$; $\beta=0,05$; $T_0=200$ час, $T_0=4 T_0$. 10. (10 баллов) В ходе испытаний объекта в нормальных условиях в течение 5000 ч установлено, что ВБР объекта равна 0,8. С целью сокращения длительности испытаний предполагается проведение ускоренных испытаний. Какова должна быть длительность ускоренных испытаний, если согласно модели подобия режимов интенсивность отказов объекта при ускоренных испытаниях равна $\lambda=10(-4)$ (ч-1). 11. (10 баллов) Электронный блок состоит из 100 одинаковых модулей с $\lambda=10(-6)$ ч-1 и имеет в резерве 3 модуля, которые могут заменить любой из работающих. Определить ВБР объекта за 1000 часов работы и СВБР. ЗАЧЕТНАЯ работа задачи вариант 1.doc	элемент №	1	2	3	4	t_i , ч	5	8	9	10
элемент №	1	2	3	4							
t_i , ч	5	8	9	10							

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Малафеев, С. И. Надежность технических систем. Примеры и задачи Текст учеб. пособие для вузов по направлению 200100 - "Приборостроение" и специальности 200103 - "Авиац. приборы и измерит.-вычислит. комплексы" С. И. Малафеев, А. И. Копейкин. - СПб. и др.: Лань, 2012. - 313 с.
2. Безопасность и надежность технических систем Текст учеб. пособие для вузов по специальности "Испытание летат. аппаратов" Л. Н.

б) дополнительная литература:

1. Диагностика и надежность автоматизированных систем Текст учеб. для вузов по направлению "Автоматизир. технологии и пр-во" Б. М. Бржозовский и др.; под ред. Б. М. Бржозовского. - 3-е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол: Тонкие наукоемкие технологии, 2010. - 379 с. ил.
2. Шишмарев, В. Ю. Надежность технических систем Текст учебник для высших учебных заведений В. Ю. Шишмарев. - М.: Академия, 2010. - 303, [1] с. 22 см
3. Труханов, В. М. Надежность технических систем типа подвижных установок на этапе проектирования и испытания опытных образцов В. М. Труханов. - М.: Машиностроение, 2003. - 320 с. ил.
4. Беляев, Ю. К. Надежность технических систем Справочник Под ред. И. А. Ушакова. - М.: Радио и связь, 1985. - 608 с. ил.
5. Бессонов, А. А. Надежность систем автоматического регулирования. - Л.: Энергоатомиздат. Ленинградское отделение, 1984. - 215 с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Павловская, О.О. Основы теории надежности: учебное пособие / О.О. Павловская. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2013. – 94 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

2. Павловская, О.О. Основы теории надежности: учебное пособие / О.О. Павловская. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2013. – 94 с.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Основная литература	Барбашов, Г.В. Надёжность и эффективность систем управления: учебное пособие для вузов. Книга 1. [Электронный ресурс] / Г.В. Барбашов, И.В. Романов. — Электрон. дан. — СПб. : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2014. — 61 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/63674 .	Электронно-библиотечная система Издательства Лань	Интернет / Авторизованный
2	Основная литература	Барбашов, Г.В. Надёжность и эффективность систем управления: учебное пособие для	Электронно-библиотечная система Издательства Лань	Интернет / Авторизованный

		вузов. Книга 2. [Электронный ресурс] / Г.В. Барбашов, И.В. Романов. — Электрон. дан. — СПб. : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2014. — 80 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/63675 .		
3	Дополнительная литература	Березкин, Е.Ф. Надежность и техническая диагностика систем: учебное пособие для вузов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : НИЯУ МИФИ, 2012. — 244 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/75707 .	Электронно-библиотечная система Издательства Лань	Интернет / Авторизованный
4	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Шакурский, А.В. Диагностика и надежность автоматизированных систем. Теория надежности: учебно-методическое пособие. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Пенза : ПензГТУ, 2011. — 153 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/62591 .	Электронно-библиотечная система Издательства Лань	Интернет / Авторизованный

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	646 (36)	ПЭВМ, проектор, экран