

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт вычислительной математики и информационных технологий



УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Таюрский Д.А.

_____ 20__ г.

Программа дисциплины
Теория надежности Б1.В.ДВ.13

Направление подготовки: 01.03.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: Математическое моделирование

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Симушкин С.В.

Рецензент(ы):

Володин И.Н.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Турилова Е. А.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института вычислительной математики и информационных технологий:

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No

Казань
2016

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Симушкин С.В. кафедра математической статистики отделение прикладной математики и информатики ,
Sergey.Simushkin@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины "Теория надёжности" являются: формирование математической культуры студентов, развитие системного математического мышления. Дисциплина предполагает углубленное изучение методов исследования процессов восстановления, в приложении к теории надёжности. Практические навыки, полученные при освоении дисциплины "Теория надёжности" используются обучаемыми при изучении профессиональных дисциплин, а также при выполнении курсовых и дипломных работ.

Задачи, решение которых обеспечивает достижение цели:

1. формирование понимания значимости математической составляющей в естественно-научном образовании бакалавра;
2. ознакомление системы понятий, используемых для описания важнейших моделей в теории надёжности в их взаимосвязи;
3. формирование навыков и умений использования современных математических моделей и методов теории надёжности.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.13 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 01.03.04 Прикладная математика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Дисциплина "Теория надёжности" входит в вариативную часть профессионального цикла подготовки бакалавра по направлению "Прикладная математика".

Логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с другими дисциплинами и частями ООП выражается в следующем.

Для освоения дисциплины используются знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения предметов "Теория вероятностей и математическая статистика", "Теория случайных процессов".

Требования к входным знаниям и умениям студента - знание идей и методов теории вероятностей, теории случайных процессов, математической статистики.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-10 (профессиональные компетенции)	готовность применять математический аппарат для решения поставленных задач, способность применить соответствующую процессу математическую модель и проверить ее адекватность, провести анализ результатов моделирования, принять решение на основе полученных результатов
ПК-12 (профессиональные компетенции)	способность самостоятельно изучать новые разделы фундаментальных наук

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-9 (профессиональные компетенции)	способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, готовность использовать для их решения соответствующий естественнонаучный аппарат

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- модели порождения экспериментальных данных в условиях контролируемых и неконтролируемых факторов;
- основные этапы обработки экспериментальных данных;
- статистики критерии для выявления процессов статистических характеристик и случайных величин;
- методы установления стохастической зависимости между СВ;
- методы интерполяции экспериментальных данных;
- методы дисперсионного анализа;
- знать алгоритмы кластеризации в Евклидовом пространстве.

2. должен уметь:

- выбирать методику статистического исследования экспериментальных данных;
- рассчитывать интервалы для оценки характеристик СВ;
- определять степень полинома регрессионной зависимости в условиях неизвестного класса функций;
- рассчитывать интерполяционные полиномы различными методами\4
- проверять соответствие выдвигаемые гипотез с заданным уровнем значимости экспериментальным результатам;
- проводить дисперсионный анализ.

3. должен владеть:

- навыками выбора адекватных целям исследования математических методов обработки экспериментальных данных;
- навыками реализации математических методов обработки экспериментальных данных в виде прикладных программных продуктов;
- навыками составления отчетов по методикам исследования и их реализации в виде ПО, анализа результатов обработки.

применять полученные знания в профессиональной деятельности

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 8 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Предмет и задачи теории надежности.	8	1	0	0	2	
2.	Тема 2. Надежность элемента, работающего до первого отказа.	8	2	0	0	2	
3.	Тема 3. Работа элемент с мгновенным восстановлением.	8	3	0	0	2	
4.	Тема 4. Расчет характеристик надежности и решение уравнений восстановления.	8	4	0	0	2	
5.	Тема 5. Асимптотика процесса восстановления.	8	5	0	0	2	контрольная работа
6.	Тема 6. Характеристики надежности элемента с мгновенным восстановлением.	8	6	0	0	2	
7.	Тема 7. Прямое и обратное время возвращения.	8	7	0	0	2	
8.	Тема 8. Характеристики надежности элемента с конечным временем восстановления.	8	8-10	0	0	6	
9.	Тема 9. Суммарная наработка и её распределение.	8	11-12	0	0	4	
10.	Тема 10. Вычисление характеристик надежности при экспоненциальных циклах работы и ремонта.	8	13-14	0	0	4	
11.	Тема 11. Резервированные системы.	8	15-16	0	0	6	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
12.	Тема 12. Дублирование с восстановлением.	8	17-18	0	0	6	контрольная работа
.	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	зачет
	Итого			0	0	40	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Предмет и задачи теории надежности.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Введение. Предмет и задачи теории надежности. Надежность и эффективность. Основные распределения, которые встречаются в задачах теории надежности: экспоненциальное, нормальное, логарифмически- нормальное, Вейбулла- Гнеденко, Эрланга, Гамма-распределение. Смесь распределений.

Тема 2. Надежность элемента, работающего до первого отказа.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Надежность элемента, работающего до первого отказа. Основные характеристики надежности: функция надежности, моменты времени жизни, плотность распределения момента отказа, интенсивность отказов, ожидаемая остаточная наработка.

Тема 3. Работа элемент с мгновенным восстановлением.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Работа элемент с мгновенным восстановлением. Операция свертывания. Свойства сверток. Свертки распределений. Процесс восстановления как модель функционирования элемента с мгновенным восстановлением. Распределение числа отказов за время T. Функция восстановления. Основное уравнение. Оценки. Плотность восстановления.

Тема 4. Расчет характеристик надежности и решение уравнений восстановления.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Расчет характеристик надежности и решение уравнений восстановления с помощью преобразования Лапласа. Преобразование Лапласа. Основные свойства. Плотности распределения времени жизни. Вычисление моментов времени жизни через изображения функции надежности, функции и плотности распределения длительности цикл

Тема 5. Асимптотика процесса восстановления.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Асимптотика процесса восстановления Элементарная теорема восстановления. Теорема Блекуэлла. Основная теорема восстановления (теорема Смита). Асимптотическая теорема для плотности восстановления.

Тема 6. Характеристики надежности элемента с мгновенным восстановлением.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Характеристики надежности элемента с мгновенным восстановлением. Коэффициент готовности. Уравнение восстановления. Стационарный коэффициент готовности.

Тема 7. Прямое и обратное время возвращения.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Прямое и обратное время возвращения. Парадокс контроля. Процесс восстановления с запаздыванием. Функция и плотность восстановления. Решение основных уравнений восстановления.

Тема 8. Характеристики надежности элемента с конечным временем восстановления.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Характеристики надежности элемента с конечным временем восстановления. Коэффициент готовности. Уравнение, методы решения Асимптотика. Коэффициент операционной готовности и коэффициент простоя. Коэффициент оперативной готовности (надежность на промежутке). Связь коэффициента готовности и надежности на промежутке в стационарном и нестационарном случае.

Тема 9. Суммарная наработка и её распределение.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Характеристики надежности элемента с конечным временем восстановления. Коэффициент готовности. Уравнение, методы решения Асимптотика. Коэффициент операционной готовности и коэффициент простоя. Коэффициент оперативной готовности (надежность на промежутке). Связь коэффициента готовности и надежности на промежутке в стационарном и нестационарном случае.

Тема 10. Вычисление характеристик надежности при экспоненциальных циклах работы и ремонта.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Вычисление характеристик надежности при экспоненциальных циклах работы и ремонта. Решение основных уравнений сведением к дифференциальному уравнению. Операторный метод и обращение изображений функции и плотности восстановления. Уравнения Чепмена-Колмогорова для абсолютных вероятностей 0- и 1- состояния. Коэффициенты готовности и простоя в стационарном и нестационарном случае. Коэффициент оперативной готовности. Кратные свертки и пуассоновские вероятности. Линейность функций и постоянство плотности восстановления в простом процессе восстановления. Вычисление распределения времени наработки.

Тема 11. Резервированные системы.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Резервированные системы. Нагруженный резерв без восстановления. Схема гибели. Ненагруженное резервирование без восстановления. Облегченное резервирован
Резервированные системы. Нагруженный резерв без восстановления. Схема гибели. Ненагруженное резервирование без восстановления. Облегченное резервирован

Тема 12. Дублирование с восстановлением.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Дублирование с восстановлением. Экспоненциальный случай. Ненагруженное дублирование при произвольных распределениях циклов. Нагруженное резервирование в системе из n элемент.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Предмет и задачи теории надежности.	8	1	Изучение основных теоретических фактов	2	Проверка домашнего задания
2.	Тема 2. Надежность элемента, работающего до первого отказа.	8	2	Изучение основных теоретических фактов. Решение задач по теме.	2	Проверка домашнего задания

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Работа элемент с мгновенным восстановлением.	8	3	Изучение основных теоретических фактов. Решение задач по теме.	2	Проверка домашнего задания
4.	Тема 4. Расчет характеристик надежности и решение уравнений восстановления.	8	4	Изучение основных теоретических фактов. Решение задач по теме.	2	Проверка домашнего задания
5.	Тема 5. Асимптотика процесса восстановления.	8	5	Изучение основных теоретических фактов. Решение задач по теме.	1	Проверка домашнего задания
				подготовка к контрольной работе	1	контрольная работа
6.	Тема 6. Характеристики надежности элемента с мгновенным восстановлением.	8	6	Изучение основных теоретических фактов. Решение задач по теме.	2	Проверка домашнего задания
7.	Тема 7. Прямое и обратное время возвращения.	8	7	Изучение основных теоретических фактов. Решение задач по теме.	2	Проверка домашнего задания
8.	Тема 8. Характеристики надежности элемента с конечным временем восстановления.	8	8-10	Изучение основных теоретических фактов. Решение задач по теме. Подготовка к контрольной работе	2	Проверка домашнего задания
9.	Тема 9. Суммарная наработка и её распределение.	8	11-12	Изучение основных теоретических фактов. Решение задач по теме.	4	Проверка домашнего задания

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
10.	Тема 10. Вычисление характеристик надежности при экспоненциальных циклах работы и ремонта.	8	13-14	Изучение основных теоретических фактов. Решение задач по теме.	4	Проверка домашнего задания
11.	Тема 11. Резервированные системы.	8	15-16	Изучение основных теоретических фактов. Решение задач по теме. Подготовка к контрольной работе	4	Проверка домашнего задания
12.	Тема 12. Дублирование с восстановлением.	8	17-18	Изучение основных теоретических фактов. Решение задач по теме.	2	Проверка домашнего задания
				подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа
	Итого				32	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Чтение лекций по данной дисциплине проводится традиционным способом.

При работе используется диалоговая форма ведения лекций с постановкой и решением проблемных задач, обсуждением дискуссионных моментов и т.д.

При проведении практических занятий создаются условия для максимально самостоятельного выполнения заданий. Поэтому при проведении практического занятия преподавателю рекомендуется:

1. Провести экспресс-опрос (устно или в тестовой форме) по теоретическому материалу, необходимому для выполнения работы (с оценкой).
2. Проверить правильность выполнения заданий, подготовленных студентом (с оценкой).

Любой практическое занятие включает самостоятельную проработку теоретического материала и изучение методики решения типичных задач. Некоторые задачи содержат элементы научных исследований, которые могут потребовать углубленной самостоятельной проработки теоретического материала.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине преподавателю рекомендуется использовать следующие ее формы:

- решение студентом самостоятельных задач обычной сложности, направленных на закрепление знаний и умений;
- выполнение индивидуальных заданий повышенной сложности, направленных на развитие у студентов научного мышления и инициативы.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Предмет и задачи теории надежности.

Проверка домашнего задания , примерные вопросы:

Дискуссия о возможности применения

Тема 2. Надежность элемента, работающего до первого отказа.

Проверка домашнего задания , примерные вопросы:

Устный опрос, проверка решенных задач на основные понятия теории надежности

Тема 3. Работа элемент с мгновенным восстановлением.

Проверка домашнего задания , примерные вопросы:

Устный опрос, проверка решенных задач с мгновенным восстановлением

Тема 4. Расчет характеристик надежности и решение уравнений восстановления.

Проверка домашнего задания , примерные вопросы:

Устный опрос, проверка решенных задач на характеристики надежности

Тема 5. Асимптотика процесса восстановления.

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Определение надежности и ее составляющих - безотказности, готовности, ремонтпригодности. 2. Надежность. Термины и определения. Показатели безотказности, готовности, ремонтпригодности. 3. Случайные события. Теоремы сложения и умножения вероятностей и их следствия для совместных и зависимых событий. 4. Непрерывная и дискретная случайная величина. Законы распределения и числовые характеристики непрерывных и дискретных случайных величин. 5. Аналитическое определение основных показателей безотказности, готовности, ремонтпригодности. 6. Статистическое определение основных показателей безотказности, готовности, ремонтпригодности. 7. Взаимосвязь показателей безотказности.

Проверка домашнего задания , примерные вопросы:

Устный опрос, проверка решенных задач на уравнение восстановления

Тема 6. Характеристики надежности элемента с мгновенным восстановлением.

Проверка домашнего задания , примерные вопросы:

Устный опрос, проверка решенных задач на вычисление характеристик надежности с мгновенным восстановлением

Тема 7. Прямое и обратное время возвращения.

Проверка домашнего задания , примерные вопросы:

Устный опрос, проверка решенных задач на время возвращения

Тема 8. Характеристики надежности элемента с конечным временем восстановления.

Проверка домашнего задания , примерные вопросы:

Устный опрос, проверка решенных задач на вычисление характеристик с конечным временем восстановления

Тема 9. Суммарная наработка и её распределение.

Проверка домашнего задания , примерные вопросы:

Устный опрос, проверка решенных задач на распределение суммарной наработки

Тема 10. Вычисление характеристик надежности при экспоненциальных циклах работы и ремонта.

Проверка домашнего задания , примерные вопросы:

Устный опрос, проверка решенных задач на вычисление характеристик при экспоненциальных циклах работы

Тема 11. Резервированные системы.

Проверка домашнего задания , примерные вопросы:

Устный опрос, проверка решенных задач на резервированные системы

Тема 12. Дублирование с восстановлением.

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Формулы для определения показателей надежности основных схем нагруженного резервирования. 2. Формулы для определения показателей надежности основных схем ненагруженного резервирования (замещением). 3. Формулы для определения показателей надежности основных схем облегченного резервирования. 4. Формулы для определения показателей надежности основных схем кратного резервирования. 5. Сравнительный анализ основных схем резервирования. 6. Метод разложения относительно особого элемента. Расчет надежности мостиковых схем и схем с повторяющимися элементами. 7. Особенности использования метода разложения относительно особого элемента при разложении относительно группы особых элементов. 8. Основы логико-вероятностных методов анализа надежности структурно- сложных систем. 9. Функция работоспособности системы, способы ее формального построения и преобразования для получения расчетных формул показателей надежности. 10. Марковские случайные процессы с непрерывным временем и дискретным множеством состояний. 11. Марковские модели исследования надежности систем с различными видами отказов и стратегиями восстановления работоспособности. 12. Построение графов состояний и переходов. Примеры построения марковских графов для различных схем надежности. 13. Дифференциальные уравнения Колмогорова-Чепмена. Вычисление нестационарных показателей надежности анализируемых систем. 14. Стационарный режим для марковских моделей. Системы алгебраических уравнений для вычисления стационарных показателей надежности. 15. Особенности расчета показателей безотказности с помощью марковских моделей. 16. Принципы составления расчетных соотношений для определения интенсивностей отказов элементов (коэффициентная модель). 17. Методы корректировки расчетных интенсивностей отказов по данным эксплуатации и испытаний. 18. Оценки параметров случайных величин. Примеры.

Проверка домашнего задания , примерные вопросы:

Устный опрос, проверка решенных задач на дублирование

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Вопросы для текущего контроля.

1. Определение надежности и ее составляющих - безотказности, готовности, ремонтпригодности.
2. Надежность. Термины и определения. Показатели безотказности, готовности, ремонтпригодности.
3. Случайные события. Теоремы сложения и умножения вероятностей и их следствия для совместных и зависимых событий.
4. Непрерывная и дискретная случайная величина. Законы распределения и числовые характеристики непрерывных и дискретных случайных величин.
5. Аналитическое определение основных показателей безотказности, готовности, ремонтпригодности.
6. Статистическое определение основных показателей безотказности, готовности, ремонтпригодности.
7. Взаимосвязь показателей безотказности.
8. Резервирование как основной способ повышения надежности проектируемых систем. Виды и особенности резервирования.
9. Понятие блок-схем надежности Основные виды надежности структур и режимы работы резервных элементов.
10. Формулы для определения показателей надежности основных схем нагруженного резервирования.
11. Формулы для определения показателей надежности основных схем ненагруженного резервирования (замещением).

12. Формулы для определения показателей надежности основных схем облегченного резервирования.
13. Формулы для определения показателей надежности основных схем кратного резервирования.
14. Сравнительный анализ основных схем резервирования.
15. Метод разложения относительно особого элемента. Расчет надежности мостиковых схем и схем с повторяющимися элементами.2
16. Особенности использования метода разложения относительно особого элемента при разложении относительно группы особых элементов.
17. Основы логико-вероятностных методов анализа надежности структурно- сложных систем.
18. Функция работоспособности системы, способы ее формального построения и преобразования для получения расчетных формул показателей надежности.
19. Марковские случайные процессы с непрерывным временем и дискретным множеством состояний.
20. Марковские модели исследования надежности систем с различными видами отказов и стратегиями восстановления работоспособности.
21. Построение графов состояний и переходов. Примеры построения марковских графов для различных схем надежности.
22. Дифференциальные уравнения Колмогорова-Чепмена. Вычисление нестационарных показателей надежности анализируемых систем.
23. Стационарный режим для марковских моделей. Системы алгебраических уравнений для вычисления стационарных показателей надежности.
24. Особенности расчета показателей безотказности с помощью марковских моделей.
25. Принципы составления расчетных соотношений для определения интенсивностей отказов элементов (коэффициентная модель).
26. Методы корректировки расчетных интенсивностей отказов по данным эксплуатации и испытаний.
27. Оценки параметров случайных величин. Примеры.
28. Проверка гипотез. Примеры.

Перечень вопросов для зачета.

1. Процесс восстановления с мгновенным восстановлением. Распределение момента n -го отказа. Распределение числа отказов за время t .
2. Функция восстановления. Основное уравнение. Оценки. Плотность восстановления. Основное уравнение. Вероятностный смысл.
3. Элементарная теорема восстановления. Теорема Блекуэлла.
4. Основная теорема восстановления (теорема Смита). Уточнение элементарной теоремы.
5. Асимптотическая теорема для плотности восстановления.
6. Коэффициент готовности. Уравнение восстановления. Стационарный коэффициент готовности.
7. Прямое и обратное время возвращения.
8. Процесс восстановления с запаздыванием. Функция и плотность восстановления.
9. Надежность элемента с конечным временем восстановления. Коэффициент готовности. Уравнение, методы решения. Асимптотика
10. Надежность элемента с конечным временем восстановления. Коэффициент операционной готовности и коэффициент простоя
11. Надежность элемента с конечным временем восстановления. Коэффициент оперативной готовности (надежность на промежутке)
12. Надежность элемента с конечным временем восстановления. Распределение суммарной наработки. Вывод уравнения.
13. Решение уравнения сведением к уравнению Вольтерра для функции двух переменных.

14. Двумерное преобразование Лапласа. Основные свойства. Применение к решению уравнения для распределения суммарной наработки.
15. Асимптотическое поведение распределения наработки.
16. Решение основных уравнений сведением к дифференциальному уравнению.
17. Уравнения Чепмена-Колмогорова для абсолютных вероятностей 0- и 1- состояний. Коэффициенты готовности и простоя в стационарном случае.
18. Нагруженный резерв без восстановления.. Схема гибели.
19. Ненагруженное резервирование без восстановления.
20. Облегченное резервирование. Постоянный коэффициент режима.
21. Влияние масштаба резервирования. Общий и скользящий резерв.
22. Дублирование с восстановлением. Экспоненциальный случай.
23. Ненагруженное дублирование при произвольных распределениях циклов.
24. Нагруженное резервирование в системе из n элементов.

7.1. Основная литература:

1. Бородин А.Н. Элементарный курс теории вероятностей и математической статистики. - СПб.: Лань, 2011. - 256с.
ЭБС "Лань": http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2026
2. Джонсон Н.Л., Коц С., Балакришнан Н. Одномерные непрерывные распределения. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 703 с.
ЭБС "Лань": <http://e.lanbook.com/view/book/8718>
3. Свешников А.А. Прикладные методы теории вероятностей.- СПб.: Лань, 2012. - 480 с.
ЭБС "Лань": http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3184
4. Свешников А.А. Прикладные методы теории случайных функций.- СПб.: Лань, 2011. - 464 с.
ЭБС "Лань": http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=656

7.2. Дополнительная литература:

1. Коралов Л.Б., Синай Я.Г. Теория вероятностей и случайные процессы. - М.: МЦНМО, 2013. - 408 с.
ЭБС "Лань": <http://e.lanbook.com/view/book/56404/>
2. Миллер Б.М., Панков А.Р. Теория случайных процессов в примерах и задачах. - М.: Физматлит, 2007. - 320 с.
ЭБС "Лань": <http://e.lanbook.com/view/book/48168/>
3. Кельберт М.Я., Сухов Ю.М. Вероятность и статистика в примерах и задачах. Т.2: Марковские цепи как отправная точка теории случайных процессов и их приложения. - М.: МЦНМО, 2010. - 560 с.
ЭБС "Лань": <http://e.lanbook.com/view/book/9354/>
4. Соколов Г.А. Теория случайных процессов для экономистов. - М.: Физматлит, 2010. - 208 с.
ЭБС "Лань": <http://e.lanbook.com/view/book/59535/>
5. Хрущева И.В., Щербаков В.И., Леванова Д.С. Основы математической статистики и теории случайных процессов. - СПб.: "Лань", 2009. - 336 с.
ЭБС "Лань": <http://e.lanbook.com/view/book/426/>

7.3. Интернет-ресурсы:

курс лекций - http://chaos.phys.msu.ru/loskutov/PDF/Lectures_time_series_analysis.pdf

учебное пособие - <http://www.bestreferat.ru/referat-208334.html>

Электронный учебник - <http://www.statsoft.ru/home/textbook/modules/sttimser.html>

Электронный учебник - zyurvas.narod.ru/knyhy2/Sevastyanov.pdf

Электронный учебник -

<http://baguzin.ru/wp/wp-content/uploads/2013/09/%D0%90%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Теория надежности" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Занятия по дисциплине проводятся в аудитории, оснащенной доской и мелом (маркером).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 01.03.04 "Прикладная математика" и профилю подготовки Математическое моделирование .

Автор(ы):

Симушкин С.В. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Володин И.Н. _____

"__" _____ 201__ г.