

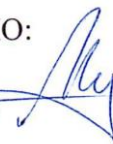
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт прикладной математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДЕНО:

Директор

А. В. Замятин



Оценочные материалы по дисциплине

Надежность телекоммуникационных систем

по направлению подготовки

02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

Направленность (профиль) подготовки:

Математика беспроводных сетей связи и интернета вещей

Форма обучения

Очная

Квалификация

Магистр

Год приема

2025

СОГЛАСОВАНО:

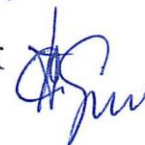
Руководитель ОП

С.П. Моисеева



Председатель УМК

С.П. Сущенко



Томск – 2025

1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-1 Способен осуществлять научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки как при исследовании самостоятельных тем, так и разработки по тематике организации.

ПК-3 Способен производить анализ особенностей функционирования инфокоммуникационных систем и предоставляемых на их основе услуг, оценивать качество предоставляемых услуг и формировать требования к показателям функционирования сервисов ИС в соответствии с запросами и отраслевыми нормами.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИПК-1.1 Осуществляет проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований

ИПК-1.2 Проводит анализ научных данных, результатов экспериментов и наблюдений

ИПК-3.1 Осуществляет выбор методов анализа и обработки данных

ИПК-3.2 Оценивает значимость параметров и показателей, характеризующих потребительские свойства услуг, предоставляемых инфокоммуникационной системой

2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

Элементы текущего контроля:

- тест;
- лабораторная работа;
- коллоквиум.

Примерные варианты лабораторных работ:

Лабораторная работа 1.

Тема: Расчет показателей надежности нерезервированных невосстанавливаемых систем (проверяет ИПК-3.2)

Задание: Для заданных интенсивностей отказов элементов нерезервированной системы определить показатели надежности системы: интенсивность отказа, среднее время безотказной работы, вероятность безотказной работы, плотность вероятностей времени безотказной работы. Показатели надежности получить на интервале от 0 до 1000 часов с шагом 100 часов.

Выполняется с помощью инструмента MathCad.

Лабораторная работа 2. *Тема.* Статистический анализ надежности каналов связи БПЛА. (проверяет ИПК-1.1 и ИПК-1.2)

Задание: На основе представленных статистических данных об отказах распределенной радиопеленгационной системы и каналов связи БПЛА провести расчет и анализ показателей надежности серии невосстанавливаемых каналов связи. Найти статистическую оценку распределения вероятностей отказа и безотказной работы каналов во времени. Построить графики изменения плотности вероятностей отказов и интенсивности отказов во времени. Определить закон распределения времени безотказной работы.

Выполняется с помощью инструментов MathCad, Statistica.

Лабораторная работа 3. *Тема.* Свойства надежности резервированных систем. (проверяет ИПК-3.1)

Задание: Для системы с заданным числом равнонадежных элементов рассчитать показатели надежности в условиях без резервирования, при общем резервировании и

резервировании по элементам. Построить графики зависимости надежности системы от надежности ее элементов при различных уровнях резервирования.

Выполняется с помощью инструментов MathCad, Excel.

Примерные вопросы коллоквиума: (проверяет степень достижения компетенции ПК-3)

1. Основные понятия и показатели надежности.
2. Определение отказа. Математическая классификация отказов.
3. Показатели безотказности.
4. Показатели ремонтпригодности. Комплексные показатели.
5. Надежность в период нормальной эксплуатации. Закон распределения.
6. Надежность в период постепенных отказов. Закон распределения.
7. Надежность сложных технических систем. Закон распределения.
8. Надежность сложных систем в период внезапных отказов. Закон распределения.
9. Поток отказов. Рекуррентность потока отказов.
10. Процесс восстановления. Асимптотические свойства.
11. Функция восстановления. Уравнения восстановления.
12. Возраст и остаточное время жизни.
13. Оценки показателей надежности невосстанавливаемых изделий.
14. Оценки показателей надежности восстанавливаемых изделий.
15. Структурная функция системы.
16. Монотонные структуры.
17. Надежность монотонных структур.
18. Основные способы резервирования.
19. Нагруженный резерв.
20. Ненагруженный резерв.
21. Свойства надежности резервированных систем.
22. Особенности канала связи на интервале «НПУ – БПЛА».
23. Описание общей математической модели состояний радиолинии «НПУ – БПЛА».
24. Требования к системам связи БПЛА, повышающие их надежность.
25. Оценки показателей надежности передачи данных распределенной радиопеленгационной системы и канала связи БПЛА
26. Анализ надежности архитектуры БПЛА

Ответ на вопрос коллоквиума дается в развернутой форме.

Примерные вопросы теста: (проверяет степень достижения компетенции ПК-1)

1. Какой показатель позволяет повысить динамический способ разделения ресурса?
 - a. скорость передачи данных
 - b. загрузку канального ресурса
 - c. отказоустойчивость ресурса
 - d. вероятность потери сообщений
2. Основными показателями анализа трафика устройств интернета вещей являются (несколько вариантов, объяснить почему)...
 - a. скорость линии передачи данных
 - b. средний объем пересылаемого файла
 - c. среднее время задержки
 - d. вероятность повторной отправки файла
3. Дисциплина PS – это...

- a. передача эластичного трафика
- b. режим ограничения скорости передачи данных
- c. механизм равномерного распределения ресурса
- d. режим ограничения доступа

4. Для TCP-соединения характерно...

- a. скорость передачи файла динамически меняется в зависимости от числа TCP-соединений
- b. порядок следования пакетов в процессе передачи нарушается
- c. скорость передачи файла постоянна, вне зависимости от числа TCP-соединений
- d. гарантия сохранения порядка следования пакетов

5. Для анализа относительной эффективности обслуживания заявки в режиме PS используют...

- a. отношение средней загрузки линии к общей загрузке канала
- b. отношение среднего времени обслуживания заявки всем ресурсом линии к среднему значению фактического времени обслуживания заявки
- c. отношение времени задержки обслуживания заявки к общему времени ее обслуживания
- d. отношение числа заявок, ожидающих обслуживания, к числу заявок, находящихся на обслуживании

6. Получаемая пропускная способность линии определяется отношением (несколько вариантов)...

- a. $\vartheta = F/W$
- b. $\vartheta = F/C$
- c. $\vartheta = C(1-p)$
- d. $\vartheta = W(1-p)$

7. Выберите верные выражения для определения коэффициента загрузки линии.

- a. $\rho = \lambda F/C$
- b. $\rho = C/F$
- c. $\rho = \lambda/FC$
- d. $\rho = \lambda C/F$

8. Что из перечисленного не характерно для системы M/M/v – PS?

- a. длительность обслуживания заявки имеет экспоненциальное распределение
- b. скорость передачи информации делится поровну между заявками
- c. поступление заявок на передачу данных подчиняется пуассоновскому закону
- d. максимально возможное число заявок, которые могут одновременно находиться на обслуживании – M.

9. В отличие от моносервисных моделей, в мультисервисных системах передачи данных ресурс и объем трафика зависят от...

- a. типа заявки
- b. времени задержки на передачу трафика
- c. загрузки линии
- d. вероятности потери заявки

10. Что из перечисленного не является характерной особенностью интернета вещей, отличающей его от классических сетей связи?

- a. чрезвычайно большое число подключаемых устройств
- b. требования по низкому энергопотреблению
- c. ограниченные вычислительные ресурсы подключаемых устройств
- d. различные конфигурация и масштаб сети в зависимости от ее назначения

Ключи: 1 b); 2 – ; 3.c); 4.a); 5.b); 6. a)c); 7.a); 8.d); 9.a); 10.d).

Критерии оценивания результатов текущего контроля:.

Коллоквиум (0-10 баллов):

Оценка	Критерии оценивания
--------	---------------------

10 баллов	Дан верный, развернутый и исчерпывающий ответ
7 баллов	Дан верный, но не исчерпывающий ответ или ответ в сжатой форме
3 балла	Дан в целом верный, но не полный ответ, требующий дополнительных пояснений.
0 баллов	Дан неверный ответ.

Тест (0-10 баллов): по 1 баллу за каждый правильный ответ.

Лабораторные работы (0-5 баллов за каждую работу)

Оценка	Критерии оценивания
5 баллов	Работа выполнена в полном объеме вовремя. Успешное решение поставленной задачи. Демонстрация высокого уровня знаний, умения применять методы исследований, владения аналитическим и цифровым инструментарием для анализа показателей системы и получения необходимых оценок и характеристик, умение реализовать численные расчеты и сделать верные практические выводы.
4 балла	Работа выполнена в полном объеме вовремя или с небольшой задержкой. Успешное решение поставленной задачи. Демонстрация наличия необходимых знаний, успешное применение методов исследования, применение аналитического и цифрового инструментария для решения поставленной задачи, реализация численных расчетов, верные практические выводы. Наличие небольших затруднений при реализации алгоритмов/незначительные ошибки в расчетах конечных показателей, не влияющие на практические выводы анализа системы.
3 балла	Работа выполнена в полном объеме с ошибками или выполнена не полностью вовремя или с небольшой задержкой. Частичное, фрагментарное владение знаниями, умение предложить метод, умение реализовать численные расчеты найденных характеристик. Трудности с анализом и практическими выводами, ошибки в расчетах.
2 балла	Работа выполнена не в полном объеме или не вовремя. Демонстрация низкого уровня знаний, незнание методов исследования. Трудности с анализом и практическими выводами. Трудности с численной реализацией.
1 балл	Попытка выполнения работы, самостоятельное получение отдельных результатов.
0 баллов	Работа не выполнена.

Таблица распределения первичных баллов на основании результатов текущего контроля:

Вид работы	Удельный вес	Критерии оценки
Лабораторные работы	30	от 0-5 баллов за выполнение работы (максимум 30 баллов)
Коллоквиум	10	от 0-10 баллов
Тест	10	от 0-10 баллов

3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания

Экзамен проводится устно и письменно в следующей форме:

Первая часть – представление индивидуальной работы (выступление с докладом и представление презентации, отражающей постановку задачи, выбор метода, ход выполнения индивидуальной работы (проверяет ИПК-3.1.), полученные результаты (проверяет ИПК 1.1) и их анализ и интерпретацию в соответствии с постановкой задачи (проверяет ИПК 3.2.)). Продолжительность первой части экзамена 20 минут.

Примерный перечень тем индивидуальных работ:

1. Для заданных законов распределения времени до отказа элементов нерезервированной системы определить: вероятность безотказной работы системы, среднее время безотказной работы системы, интенсивность отказов системы, плотность распределения времени до отказа системы. Результаты представить в аналитическом виде, в виде графиков и таблиц. Провести сравнительный анализ поведения показателей надежности.

2. Установление закона распределения надежности по статистическим данным. Провести расчет и анализ показателей надежности серии невосстанавливаемых элементов. Получить простой статистический ряд и провести его обработку. Рассчитать показатели безотказности. Определить статистическую оценку плотности вероятностей отказов. Построить график зависимости вероятности безотказной работы и вероятности отказа по экспериментальным данным. Рассчитать числовые характеристики наработки до отказа. Определить закон распределения и его параметры. Для подтверждения гипотезы о виде распределения использовать критерий согласия Пирсона.

3. Исследование эффективности структурного резервирования мультисервисной системы. Оценить надежность системы по среднему времени безотказной работы и коэффициенту эффективности в условиях общего и индивидуального резервирования. Рассмотреть общий случай конечного числа k резервных элементов. Анализ эффективности резервирования с ростом числа элементов системы.

4. Анализ трафика устройств интернета вещей. Провести анализ данных трафика устройств интернета вещей (например, устройство системы «умный дом» – умная розетка). Построить имитационную модель трафика устройства, получить основные показатели надежности передачи данных. Провести анализ полученных данных.

5. Исследование математической модели динамического распределения ресурса передачи данных в режиме PS при наличии ограничения на число обслуживаемых абонентов. Составить граф переходов для состояний исследуемой системы. Провести расчет основных показателей обслуживания заявок и анализ полученных результатов. Привести примеры использования полученных результатов.

6. Исследование математической модели динамического распределения ресурса передачи данных в режиме PS при наличии ограничения скорости доступа. Составить граф переходов для состояний исследуемой системы. Провести расчет основных показателей обслуживания заявок и анализ полученных результатов. Привести примеры использования полученных результатов.

7. Исследование математической модели мультисервисной системы передачи данных при наличии ограничения скорости обслуживания. Реализовать численный алгоритм исследования модели. Провести расчет основных показателей обслуживания заявок и анализ полученных результатов. Привести примеры использования полученных результатов.

8. Исследование математической модели передачи информации в сетях сотовой подвижной связи. Предполагать распределение ресурса в соответствии с правилами сбалансированной равнодоступности. Реализовать рекурсивный алгоритм оценки функции распределения ресурса. Определить показатели качества обслуживания заявок. Провести анализ полученных результатов. Привести примеры использования полученных результатов.

9. Анализ надежности узлов и каналов связи БПЛА, на примере БПЛА «Объект 135». Построить имитационную модель передачи данных, получить основные показатели надежности передачи данных. Провести анализ полученных данных.

Вторая часть содержит один вопрос, проверяющий ИПК-1.2. Ответ на вопрос второй части дается письменно в развернутой форме. Продолжительность второй части экзамена 1 час.

Примеры вопросов второй части экзамена:

1. Как скорость убывания вероятности безотказной работы системы зависит от вида и параметров закона распределения?
2. Какой вид имеет функция распределения исследуемой случайной величины?
3. Приведите примеры дискретных случайных величин, рассматриваемых в теории надежности.
4. Приведите примеры непрерывных случайных величин, рассматриваемых в теории надежности.
5. Назовите различные способы проведения наблюдений/испытаний на надежность.
6. Какие величины целесообразно фиксировать в ходе наблюдений/испытаний на надежность?
7. Какой процесс восстановления можно назвать альтернирующим?
8. В каких случаях можно утверждать, что система обладает монотонной структурой?
9. Назовите эквивалентные способы представления монотонной структуры.
10. Какие основные параметры применяемых устройств необходимо знать при проектировке любой системы интернета вещей и для построения ее адекватной имитационной модели?
11. Наиболее важные для сети характеристики трафика устройств интернета вещей, способы их оценки и анализа.
12. Сравните равномерное распределение ресурса и дисциплину FCFS.
13. Для каких видов трафика используется дисциплина PS?
14. Охарактеризовать зависимость пропускной способности линии от коэффициента загрузки линии в моносервисной/мультисервисной системе.
15. Чем определяется время скачивания документа в мультисервисной системе в режиме сбалансированной равнодоступности ресурса, неограниченной скорости доступа и малой загрузке?
16. В чем заключается принцип и особенности реализации сбалансированного распределения ресурса?
17. Перегрузка сети при разделении ресурса в режиме PS. Какие проблемы возникают. Пути решения.
18. Особенности моделей передачи данных при ограничении скорости доступа.
19. Способы определения вероятности безотказной работы канала связи БПЛА.
20. Способы повышения надежности системы связи БПЛА.

Критерии оценивания результатов промежуточного контроля

Индивидуальная работа (0-30 баллов)

Оценка	Критерии оценивания
30 баллов	Успешное выполнение работы, выступление с докладом и представление презентации, отражающей постановку задачи, выбор метода, ход выполнения индивидуальной работы, полученные результаты и их анализ и интерпретацию в соответствии с постановкой задачи.
20 баллов	В целом успешное выполнение работы, выступление с докладом и представление презентации, не в полном объеме отражающей постановку задачи, выбор метода, ход выполнения индивидуальной работы,

	полученные результаты и их анализ и интерпретацию в соответствии с постановкой задачи.
10 баллов	Слабое выполнение работы, работа, содержащая ошибки. Отсутствие выступления с докладом или представления презентации, презентация не отражает постановку задачи, выбор метода, ход выполнения индивидуальной работы, полученные результаты и их анализ и интерпретацию в соответствии с постановкой задачи.
0 баллов	Работа не выполнена.

Экзамен (0-20 баллов):

Оценка	Критерии оценивания
20 баллов	Дан верный, развернутый и исчерпывающий ответ
15 баллов	Дан верный, но не исчерпывающий ответ или ответ в сжатой форме
10 баллов	Дан в целом верный, но не полный ответ, требующий дополнительных пояснений.
0 баллов	Дан неверный ответ.

Таблица распределения первичных баллов на основании результатов промежуточного контроля:

Вид работы	Удельный вес	Критерии оценки
Индивидуальная работа	30	от 0-30 баллов
Экзамен	20	от 0-20 баллов

Итоговая оценка по предмету выставляется следующим образом:

- «отлично» – студент набрал не менее 80 первичных баллов и выполнил все лабораторные работы, нет неудовлетворительных оценок за коллоквиум/тест;
- «хорошо» – студент выполнил от 65 до 80 первичных баллов и выполнил все лабораторные работы, нет неудовлетворительных оценок за коллоквиум/тест;
- «удовлетворительно» – студент выполнил от 50 до 65 первичных баллов и выполнил все лабораторные работы, нет неудовлетворительных оценок за коллоквиум/тест;
- «неудовлетворительно» – студент не сдал лабораторные работы, набрал менее 50 первичных баллов или сдал коллоквиум/тест на «неудовлетворительно».

Во время экзамена студент может повысить свою оценку, сдав заново соответствующую контрольную работу (коллоквиум/тест), дополнительно к основному экзамену, при условии выполнения остальных требований к оценке.

4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)

Тест (ИОПК-3.1, ИОПК-3.2)

1. Событие, заключающееся в нарушении работоспособности объекта
 - а) дефект;
 - б) отказ;
 - в) повреждение;
2. Технический ресурс – это:

- а) наработка до отказа
- б) срок сохраняемости;
- в) наработка до предельного состояния;

3. Показатели качества, характеризующие свойства объекта сохранять и восстанавливать его работоспособность в процессе эксплуатации, называются показателями

- а) надежности
- б) назначения
- в) транспортабельности

4. Параметрические отказы - это отказы, при которых:

- а) некоторые параметры объекта изменяются в недопустимых пределах
- б) обусловленные непредусмотренными перегрузками, дефектами материала, ошибками персонала или сбоями системы управления и т. п.
- в) обусловленные закономерными и неизбежными явлениями, вызывающими постепенное накопление повреждений

5. Долговечность – это:

- а) свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов
- б) свойство объекта непрерывно сохранять требуемые эксплуатационные показатели в течение (и после) срока хранения и транспортирования
- в) свойство объекта, заключающееся в его приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, поддержанию и восстановлению работоспособности путем проведения ремонтов и технического обслуживания
- г) свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторой наработки или в течение некоторого времени
- д) Другое

6. Ремонтопригодность – это:

- а) свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов
- б) свойство объекта, заключающееся в его приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, поддержанию и восстановлению работоспособности путем проведения ремонтов и технического обслуживания

7. Отказы случайные - это отказы:

- а) обусловленные закономерными и неизбежными явлениями, вызывающими постепенное накопление повреждений обусловленные случайными явлениями, такими, как непредусмотренные нагрузки на объект, скрытые дефекты, ошибки персонала, сбои системы управления и т.д
- б) обусловленные закономерными и неизбежными явлениями, вызывающими постепенное накопление повреждений
- в) обусловленные случайными явлениями, такими, как непредусмотренные нагрузки на объект, скрытые дефекты, ошибки персонала, сбои системы управления и т.д

8. Внезапный отказ – это:

- а) отказ, проявляющийся в резком (мгновенном) изменении характеристик объекта
- б) отказ, происходящий в результате медленного, постепенного ухудшения качества объекта

в) отказ, вызванный с недостатками и неудачной конструкцией объекта;

9. Методы резервирования по способу включения делятся на...

- а) структурное, временное, информационное, функциональное, нагрузочное
- б) постоянное, динамическое
- в) нагруженное, облегченное, ненагруженное
- г) общее, раздельное, смешанное

10. Предельное состояние – это:

- а) состояние объекта, при котором его применение по назначению недопустимо или нецелесообразно
- б) состояние объекта, при котором его применение по назначению недопустимо, но целесообразно
- в) состояние объекта, при котором его применение по назначению нецелесообразно, но допустимо

11. Невосстанавливаемые объекты – это:

- а) объекты, работоспособность которых может быть восстановлена только путем замены
- б) объекты, для которых работоспособность в случае возникновения отказа, не подлежит восстановлению;
- в) объекты, работоспособность которых может быть восстановлена, в том числе и путем замены

12. Безотказность – это:

- а) свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторой наработки или в течение некоторого времени
- б) свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов
- в) свойство объекта непрерывно сохранять требуемые эксплуатационные показатели в течение (и после) срока хранения и транспортирования

13. Формула для определения функции надежности системы с последовательной структурной схемой надежности

- а) $P(t) = \prod_{i=1}^N P_i(t)$
- б) $P(t) = 1 - \prod_{i=1}^N P_i(t)$
- в) $P(t) = \sum_{i=1}^N P_i(t)$

14. Вероятность того, что время появления отказа будет меньше заданного времени работы изделия:

- а) вероятность безотказной работы;
- б) плотность вероятности;
- в) вероятность отказа;

15. Кратность резервирования $m=1$ означает:

- а) двойное резервирование
- б) дублирование
- в) отсутствие резерва

Ключи: 1.б); 2.в); 3.а); 4.а); 5.а); 6.б); 7.в); 8.а); 9.г); 10.а); 11.б); 12.а); 13.в); 14. в); 15.б).

Задачи: (ИПК-1.1., ИПК-1.2.)

1. Система, состоит из 6000 элементов, интенсивность отказов каждого элемента составляет $\lambda = 5,4 \times 10^{-5}$ 1/час. После 100 часов работы вероятность безотказной работы равна...

(Ответ: 0,95)

2. Система, состоит из 6000 элементов, интенсивность отказов каждого элемента составляет $\lambda = 5,4 \times 10^{-5}$ 1/час. После 100 часов работы вероятность отказа равна

...

(Ответ: 0,05)

3. На испытания технологии транспортных процессов было поставлено $N = 10$ невосстанавливаемых элементов. Испытания проводились в течение времени $t = 100$ ч. В процессе проведения испытаний отказало 8 элементов, при этом отказы зафиксированы в следующие моменты времени: $t_1 = 20$ ч, $t_2 = 30$ ч, $t_3 = 50$ ч, $t_4 = 30$ ч, $t_5 = 40$ ч, $t_6 = 60$ ч, $t_7 = 70$ ч, $t_8 = 60$ ч. Оставшиеся два элемента не отказали. Средняя наработка до отказа равна

...

(Ответ: 56).

4. Для организации и безопасности транспортного движения было поставлено на испытание 1000 однотипных электронных компонентов, за 3000 часов отказало 80 компонентов. Тогда вероятности отказа при $t = 3000$ ч. равна ...

(Ответ: 0,08)

5. Для организации и безопасности транспортного движения было поставлено на испытание 1000 однотипных электронных компонентов, за 3000 часов отказало 80 компонентов. Тогда вероятности безотказной работы отказа при $t = 3000$ ч. равна ...

(Ответ: 0,92)

6. Система состоит из двух элементов, интенсивности отказов которых равны: $\lambda_1 = 0,02$; $\lambda_2 = 0,05$. Вероятность того, что за период $t = 6$ ч: оба элемента не откажут, равна ...

(Ответ: 0,66)

7. За наблюдаемый период эксплуатации в транспортной аппаратуре зафиксировано 8 отказов. Время восстановления составило: $t_1 = 12$ мин, $t_2 = 23$ мин, $t_3 = 15$ мин, $t_4 = 9$ мин, $t_5 = 17$ мин, $t_6 = 28$ мин, $t_7 = 25$ мин, $t_8 = 31$ мин. Тогда среднее время восстановления аппаратуры равно ...

(Ответ: 20)

8. Из 20 станков, установленных на ремонтном участке завода, 8 отремонтированы. Случайным образом отобраны 9 станков. Определить вероятность того, что среди них будет 8 исправных. (результат округлить до десятичных)

Решение. Вероятность того, что случайно выбранный станок будет исправным,

$$P = \frac{m}{n} = \frac{8}{20} = 0,4$$

составит:

Вероятность того, что среди 9 отобранных станков будет 8 исправных, определится по формуле Бернулли $P(n / m) = C_n^m \cdot p^m \cdot (1 - p)^{n-m}$

$$P(9 / 8) = C_9^8 \cdot 0,4^8 \cdot (1 - 0,4)^{9-8} = 0,0035$$

9. На испытания поставлено $N = 10$ невосстанавливаемых элементов. Испытания проводились в течение времени $t = 100$ ч. В процессе проведения испытаний отказало 8 элементов, при этом отказы зафиксированы в следующие моменты времени: $t_1 = 20$ ч, $t_2 = 30$ ч, $t_3 = 50$ ч, $t_4 = 30$ ч, $t_5 = 40$ ч, $t_6 = 60$ ч, $t_7 = 70$ ч, $t_8 = 60$ ч. Оставшиеся два элемента не отказали. Определить среднюю наработку до отказа.

Решение.

Определяем наработку до отказа для невосстанавливаемого элемента.

$$T = \frac{t_1 + t_2 + \dots + t_n + (N - m)t}{N}$$

где N – число элементов, поставленных на испытания; m – число отказавших элементов; t – время испытания.

$$T = \frac{20 + 30 + 50 + 30 + 40 + 60 + 70 + (10 - 2) \cdot 100}{10} = 56 \text{ ч.}$$

Ответ: средняя наработка до отказа 56 ч.

10. По статистике, из всех работ на ТО двигателей легковых автомобилей, поступающих на СТОА, 80% приходится на систему зажигания, 35% - на систему питания. Какова вероятность того, что очередному автомобилю, поступившему на станцию для ТО двигателя, потребуется проведение работ по ТО обеих систем либо только одной системы? События, заключающиеся в необходимости проведения работ по ТО систем зажигания и питания, являются независимыми друг от друга и совместимыми событиями.

Решение.

Вероятность проведения работ по ТО системы зажигания $P(A) = 80/100 = 0,8$.

Вероятность проведения работ по ТО системы питания $P(B) = 35/100 = 0,35$.

Вероятность того, что очередному автомобилю, поступившему на станцию для ТО двигателя, потребуется проведение работ по ТО обеих систем $P(AB) = 0,8 \times 0,35 = 0,28$.

Вероятность того, что очередному автомобилю, поступившему на станцию для ТО двигателя, потребуется проведение работ по ТО только одной системы $P(A + B) = 0,8 + 0,35 - 0,28 = 0,87$.

Ответ: 0,87.

Информация о разработчиках

Туренова Ирина Алексеевна, канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры теории вероятностей и математической статистики ИПМКН ТГУ