

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Институт прикладной математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ

Директор института прикладной  
математики и компьютерных наук

А.В. Замятин

2022 г.



Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине  
(Оценочные средства по дисциплине)

**Надежность и управление в телекоммуникационных сетях**

по направлению подготовки

**02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии**


Направленность (профиль) подготовки:

**«Математика беспроводных сетей связи и интернета вещей»**

Томск–2022


ОС составил(и):

канд. физ.-мат. наук,

доцент кафедры теории вероятностей и математической статистики  И.А. Туренова

Рецензент:

д-р физ.-мат. наук, профессор,

зав. кафедрой теории вероятностей и математической статистики  С.П. Моисеева

Оценочные средства одобрены на заседании учебно-методической комиссии института прикладной математики и компьютерных наук (УМК ИПМКН).

Протокол от 12.05.2022 г. № 4

Председатель УМК ИПМКН,

д-р техн. наук, профессор



С.П. Сущенко

**Оценочные средства (ОС)** являются элементом системы оценивания сформированности компетенций у обучающихся в целом или на определенном этапе ее формирования.

ОС разрабатывается в соответствии с рабочей программой (РП) дисциплины.

### 1. Компетенции и результаты обучения, формируемые в результате освоения дисциплины

Компетенция	Индикатор компетенции	Код и наименование результатов обучения (планируемые результаты обучения, характеризующие этапы формирования компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
			Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
ПК-1. Способен осуществлять научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки как при исследовании самостоятельных тем, так и разработки по тематике организации	ИПК-1.1 Осуществляет проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	ОР-1.1. Обучающийся будет: <b>Знать:</b> математические модели функций надежности теории телетрафика, технологию ТСП -соединений в IP-сетях <b>Уметь:</b> проводить обработку и анализ трафика с использованием пакетов прикладных программ и высокоуровневых языков программирования <b>Владеть:</b> навыками создания имитационных моделей информационных потоков с помощью специализированного программного обеспечения или средствами языков программирования	Сформированные систематические знания, умения и навыки	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания, и в целом успешно усвоенные, но сопровождающиеся отдельными ошибками умения и навыки	Общие, но не структурированные знания и, в целом успешно усвоенные, но не систематически осуществляемые умения и навыки	Фрагментарные знания, частично освоенные умения и навыки
	ИПК-1.2. Проводит анализ научных данных, результатов экспериментов и наблюдений;	ОР-1.2. Обучающийся будет: <b>Уметь</b> -оценивать результаты экспериментов/наблюдений/математического моделирования -проводить обработку научных данных с использованием цифровых средств  <b>Владеть:</b>	Сформированные систематические умения и навыки	В целом успешно усвоенные, но сопровождающиеся отдельными ошибками умения и навыки	В целом успешно усвоенные, но не систематически осуществляемые умения и навыки	Частично освоенные умения и навыки

		- навыками использования цифровых инструментов для анализа и обработки данных				
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	ИПК-3.1 Осуществляет выбор методов анализа и обработки данных;	<p>ОР-3.1. Обучающийся способен:</p> <p><b>Знать</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- аналитические, численные, аппроксимационные методы исследования моделей.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- строить математическую модель для конкретной ТКС</li> <li>- формулировать задачи исследования, исходя из количества и качества исходной информации</li> <li>- выбирать эффективные методы исследования модели</li> </ul>	Сформированные систематические знания и умения	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания, и в целом успешно усвоенные, но сопровождающиеся отдельными ошибками умения	Общие, но не структурированные знания и, в целом успешно усвоенные, но не систематически осуществляемые умения	Фрагментарные знания, частично освоенные умения

запросами и отраслевыми нормами	ИПК-3.2 Оценивает значимость параметров и показателей, характеризующих потребительские свойства услуг, предоставляемых инфокоммуникационной системой	<p>ОР-3.2. Обучающийся будет:</p> <p><b>Знать:</b> показатели качества обработки требований на передачу данных, методы оценки характеристик передачи данных</p> <p><b>Уметь:</b> строить оценки основных характеристик передачи данных в различных условиях загрузки линии на примере трафика устройств интернета вещей</p> <p><b>Владеть:</b> навыками расчета и построения графиков зависимости характеристик надежности ТКС от коэффициента загрузки линии с использованием специализированных пакетов прикладных программ</p>	Сформированные систематические знания, умения и навыки	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания, и в целом успешно усвоенные, но сопровождающиеся отдельными ошибками умения и навыки	Общие, но не структурированные знания и, в целом успешно усвоенные, но не систематически осуществляемые умения и навыки	Фрагментарные знания, частично освоенные умения и навыки
---------------------------------	--	---	--	--	---	--

## 2. Этапы формирования компетенций и виды оценочных средств

№	Этапы формирования компетенций (разделы дисциплины)	Код и наименование результатов обучения	Вид оценочного средства (тесты, задания, кейсы, вопросы и др.)
1.	Введение в теорию надежности	ОР-1.1., ОР-3.1	Коллоквиум, лабораторные работы 1,2,3; индивидуальная работа
2.	Управление системами передачи данных	ОР-1.2., ОР-3.2.	Тест, лабораторные работы 4,5,6; индивидуальная работа

## 3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки образовательных результатов обучения

3.1. Типовые задания для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине.

Раздел 1.

Лабораторная работа 1. *Тема:* Расчет показателей надежности нерезервированных невосстанавливаемых систем

*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.

*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.

*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:

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

## Раздел 2.

Лабораторная работа 4. *Тема.* Моделирование потоков передачи данных.

*Задание:* Генерирование трафика «умных» вещей с помощью имитационной модели на платформе AnyLogic. Получение распределения вероятностей временных задержек отправки пакетов данных. Построение зависимости количества отправленных пакетов и их объема от времени.

Выполняется с помощью инструментов MathCad, Excel.

Лабораторная работа 5. *Тема.* Характеристики моносервисной передачи информации в режиме PS.

*Задание:* Решение задач анализа относительной эффективности обслуживания заявки в режиме PS. Построение графиков зависимостей среднего времени и эффективности обслуживания от коэффициента загрузки линии. Расчет коэффициента потенциальной загрузки и пропускной способности линии при известных интенсивности потока заявок, скорости линии и среднего размера файла.

Выполняется с помощью инструмента MathCad/Excel.

Лабораторная работа 6. *Тема.* Характеристики мультисервисной передачи информации при ограничении доступа.

*Задание:* Решение задач нахождение функции баланса Расчет показателей качества обслуживания заявок. Реализация рекурсивного алгоритма нахождения вероятностей состояний системы и характеристик обслуживания заявок каналов (доля времени нахождения системы в состоянии насыщения, среднее число заявок на обслуживании, среднее время обслуживания одной заявки, пропускная способность каналов)

Выполняется с помощью инструмента MathCad, Excel.

Примерные вопросы теста:

1. Какой показатель позволяет повысить динамический способ разделения ресурса?
- скорость передачи данных
  - загрузку канального ресурса
  - отказоустойчивость ресурса
  - вероятность потери сообщений
2. Основными показателями анализа трафика устройств интернета вещей являются (несколько вариантов)...
- скорость линии передачи данных
  - средний объем пересылаемого файла
  - среднее время задержки
  - вероятность повторной отправки файла
3. Дисциплина PS – это...
- передача эластичного трафика
  - режим ограничения скорости передачи данных
  - механизм равномерного распределения ресурса
  - режим ограничения доступа
4. Для TCP-соединения характерно...
- скорость передачи файла динамически меняется в зависимости от числа TCP-соединений
  - порядок следования пакетов в процессе передачи нарушается
  - скорость передачи файла постоянна, вне зависимости от числа TCP-соединений
  - гарантия сохранения порядка следования пакетов
5. Для анализа относительной эффективности обслуживания заявки в режиме PS используют...
- отношение средней загрузки линии к общей загрузке канала
  - отношение среднего времени обслуживания заявки всем ресурсом линии к среднему значению фактического времени обслуживания заявки
  - отношение времени задержки обслуживания заявки к общему времени ее обслуживания
  - отношение числа заявок, ожидающих обслуживания, к числу заявок, находящихся на обслуживании
6. Получаемая пропускная способность линии определяется отношением (несколько вариантов)...
- $\vartheta = F/W$
  - $\vartheta = F/C$
  - $\vartheta = C(1-p)$
  - $\vartheta = W(1-p)$
7. Выберите верные выражения для определения коэффициента загрузки линии.
- $\rho = \lambda F/C$
  - $\rho = C/F$
  - $\rho = \lambda/FC$
  - $\rho = \lambda C/F$
8. Что из перечисленного не характерно для системы M/M/v – PS?
- длительность обслуживания заявки имеет экспоненциальное распределение
  - скорость передачи информации делится поровну между заявками
  - поступление заявок на передачу данных подчиняется пуассоновскому закону
  - 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...
- типа заявки
  - времени задержки на передачу трафика
  - загрузки линии
  - вероятности потери заявки



10. Что из перечисленного не является характерной особенностью интернета вещей, отличающей его от классических сетей связи?
- чрезвычайно большое число подключаемых устройств
  - требования по низкому энергопотреблению
  - ограниченные вычислительные ресурсы подключаемых устройств
  - различные конфигурация и масштаб сети в зависимости от ее назначения

### 3.2. Типовые задания для проведения промежуточной аттестации по дисциплине 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.

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.

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов обучения**

4.1. Методические материалы для оценки текущего контроля успеваемости по дисциплине.

Критерии оценивания результатов текущего контроля по разделу 1.

Коллоквиум (0-10 баллов):

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
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.

Критерии оценивания результатов текущего контроля по разделу 2  
Тест (0-10 баллов): по 1 баллу за каждый правильный ответ.

Критерии оценивания результатов текущего контроля по разделам 1 и 2  
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.

4.2. Методические материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине.

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 текущего и промежуточного 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
Индивидуальная работа	30	от 0-30 баллов
Экзамен	20	от 0-20 баллов

Промежуточная аттестация определяется оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

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».