

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Институт прикладной математики и компьютерных наук



УТВЕРЖДАЮ

Директор института прикладной  
математики и компьютерных наук

А.В. Замятин

« 18 » \_\_\_\_\_ 2022 г.

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

**Математические модели телекоммуникационных потоков**

по направлению подготовки

**02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии**

Направленность (профиль) подготовки:

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

ОС составил(и):

канд. физ.-мат. наук,

доцент кафедры теории вероятностей и математической статистики

ассистент кафедры теории вероятностей и математической статистики



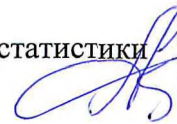
С.В. Пауль,

М.А. Шкленник

Рецензент:

д-р техн. наук, профессор,

профессор кафедры теории вероятностей и математической статистики



А.А. Назаров

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
ОПК-3. Способен проводить анализ математических моделей, создавать инновационные методы решения прикладных задач профессиональной деятельности в области информатики и математического моделирования	ИОПК-3.1 Проводит анализ математических моделей и систем	ОР-3.1. Обучающийся сможет: -формулировать задачи исследования исходя из количества и качества исходной информации -применять аппарат теории специальных потоков событий для решения соответствующих задач -анализировать полученные результаты исследования -работать с математическими пакетами программ для вычисления основных характеристик исследуемых случайных процессов	Сформированы умения	В целом освоенные, но сопровождающиеся отдельными ошибками умения	Частично освоенное умения	Отсутствие умений
	ИОПК-3.2 Применяет математические модели, методы для решения прикладных задач профессиональной деятельности	ОР-3.2. Обучающийся сможет: -формулировать задачи исследования исходя из количества и качества исходной информации -построить математическую модель для коррелированного потока событий -проводит анализ применимости методов исследования математических моделей потоков -владеть цифровыми инструментами для организации проектно-научной деятельности:	Сформированы умения	В целом освоенные, но сопровождающиеся отдельными ошибками умения	Частично освоенное умения	Отсутствие умений

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	ИПК-3.2 Оценивает значимость параметров и показателей, характеризующих потребительские свойства услуг, предоставляемых инфокоммуникационной системой	ОР-3.3. Обучающийся сможет: - оценивает параметры телекоммуникационных систем и сетей. - рассчитывать основные характеристики потоков в системах массового обслуживания, в том числе с помощью современных цифровых инструментов	Сформированы умения	В целом освоенные, но сопровождающиеся отдельными ошибками умения	Частично освоенное умения	Отсутствие умений
	ИПК-3.3 Определяет показатели качества функционирования инфокоммуникационных систем на основе построенных математических и имитационных моделей	ОР-3.4. Обучающийся сможет: -оценивать результаты математического моделирования -проводить анализ области применимости предложенных моделей и методов	Сформированы умения	В целом освоенные, но сопровождающиеся отдельными ошибками умения	Частично освоенное умения	Отсутствие умений

## 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.	Раздел 1. Исследование полумарковских потоков	ОР-3.1, ОР-3.2, ОР-3.3, ОР-3.4	Тесты, задания в форме практических задач
2.	Раздел 2. Исследование МАР и ММР потоков	ОР-3.1, ОР-3.2, ОР-3.3, ОР-3.4	Задания в форме практических задач

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

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

Текущий контроль реализуется в форме решения промежуточного теста в системе LMS Moodle с открытой формой ответа (Раздел 1), а также выполнения практических задач (Раздел 1 и 2).

Примерный перечень вопросов для тестирования по разделу 1.

1. Дайте определение случайного процесса. Приведите пример.
2. Стационарный случайный процесс. Характеристики. Пример.
3. Функция корреляции случайного процесса и ее свойства.
4. Среднее значение случайного процесса
5. Дисперсия случайного процесса
6. Классификация полумарковских процессов.
7. Этапы реализации метода дополнительной переменной для исследования процесса марковского восстановления
8. Этапы реализации метода дополнительной переменной  $y(t)$  для исследования полумарковского процесса
9. Этапы реализации метода дополнительной переменной  $z(t)$  и  $s(t)$  для исследования полумарковского процесса

Примеры заданий в форме практических задач (Раздел 1 и 2):

1. Полумарковская матрица имеет вид

$$A(x) = \begin{bmatrix} \frac{1}{3}(1-e^{-5x}) & \frac{1}{6}(1-e^{-10x}) & \frac{1}{2}(1-e^{-4x}) \\ \frac{1}{4}(1-e^{-20x}) & \frac{1}{2}(1-e^{-10x}) & \frac{1}{4}(1-e^{-5x}) \\ \frac{1}{7}(1-e^{-2x}) & \frac{5}{7}(1-e^{-7x}) & \frac{1}{7}(1-e^{-9x}) \end{bmatrix}$$

Записать матрицу условных функций распределения времени пребывания полумарковского процесса в трех состояниях.

2. Процесс марковского восстановления задан матрицами

$$D(x) = \begin{bmatrix} 1-e^{-5x} & 0 & 0 \\ 0 & 1-e^{-10x} & 0 \\ 0 & 0 & 1-e^{-20x} \end{bmatrix}, \quad P = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.2 & 0.3 \\ 0.4 & 0.5 & 0.1 \\ 0.7 & 0.2 & 0.1 \end{bmatrix}.$$

Найти полумарковскую матрицу для процесса.

3. Даны матрицы

$$1) A(x) = \begin{bmatrix} 0.4\Gamma(x,10,10) & 0.2\Gamma(x,5,10) & 0.4\Gamma(x,10,5) \\ 0.7\Gamma(x,2,1) & 0.1\Gamma(x,2,2) & 0.2\Gamma(x,10,10) \\ 0.5\Gamma(x,3,3) & 0.2\Gamma(x,1,1) & 0.3\Gamma(x,2,3) \end{bmatrix}$$

$$2) A(x) = \begin{bmatrix} 0.4\Gamma(x,10,10) & 0.4\Gamma(x,10,10) & 0.2\Gamma(x,10,10) \\ 0.5\Gamma(x,2,1) & 0.3\Gamma(x,2,1) & 0.2\Gamma(x,2,1) \\ 0.3\Gamma(x,3,3) & 0.2\Gamma(x,3,3) & 0.5\Gamma(x,3,3) \end{bmatrix}$$

Являются ли они полумарковскими? Если да, то определите вид процесса. Здесь  $\Gamma(x, \alpha, \beta)$  – гамма-функция распределения с параметрами  $\alpha, \beta$ .

4. Даны матрицы

$$a) \Phi(u) = \begin{bmatrix} 0.4\left(1-\frac{iu}{2}\right)^{-2} & 0.2\left(1-\frac{iu}{3}\right)^{-2} & 0.4\left(1-\frac{iu}{3}\right)^{-3} \\ 0.7\left(1-\frac{iu}{5}\right)^{-5} & 0.1\left(1-\frac{iu}{10}\right)^{-5} & 0.2\left(1-\frac{iu}{10}\right)^{-10} \\ 0.5\left(1-\frac{iu}{6}\right)^{-3} & 0.2\left(1-\frac{iu}{6}\right)^{-6} & 0.3\left(1-\frac{iu}{2}\right)^{-1} \end{bmatrix},$$

$$b) \Phi(u) = \begin{bmatrix} 0.5\left(\frac{2}{2-iu}\right) & 0.2\left(\frac{2}{2-iu}\right) & 0.3\left(1-\frac{iu}{2}\right)^{-1} \\ 0.5\left(\frac{3}{3-iu}\right) & 0.3\left(\frac{3}{3-iu}\right) & 0.2\left(\frac{3}{3-iu}\right) \\ 0.5\left(1-\frac{iu}{5}\right)^{-1} & 0.4\left(\frac{5}{5-iu}\right) & 0.1\left(\frac{5}{5-iu}\right) \end{bmatrix}, \text{ в) } \Phi(u) = \begin{bmatrix} 0.5\left(\frac{5}{2-iu}\right) & 0.6\left(\frac{2}{2-iu}\right) \\ 0.3\left(\frac{6}{6-iu}\right) & 0.5\left(\frac{4}{2-iu}\right) \end{bmatrix}.$$

Являются ли они матрицами преобразования Фурье-Стилтьесса для полумарковских процессов. Если да, то определите вид процесса и запишите для него полумарковскую матрицу.

3.2. Типовые задания для проведения промежуточной аттестации по дисциплине Экзамен проходит в форме ответа на один из вопросов.

Вопросы к экзамену:

1. Определение основных понятий теории полумарковских процессов.
2. Классификация полумарковских процессов.
3. Метод дополнительной переменной для исследования процесса марковского восстановления.
4. Исследование полумарковского процесса методом дополнительной переменной  $y(t)$ .
5. Метод дополнительных переменных  $z(t)$  и  $s(t)$  исследования полумарковского процесса.
6. Классификация специальных потоков однородных событий.
7. Исследование МАР-потока методом интегральных преобразований.
8. Исследование МАР-потока асимптотическим методом в различных предельных условиях.
9. Исследование полумарковского потока событий методом интегральных преобразований.

10. Исследование полумарковского потока асимптотическим методом в различных предельных условиях.

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

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

Критерии оценивания результатов промежуточного контроля:

Критерий оценивания остаточных знаний	Оценка
Студент решил все четыре задания	отлично
Студент решил три задания	хорошо
Студент решил два задания	удовлетворительно
Студент решил не более одного задания	неудовлетворительно

4.2. Методические материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине.

Оценивание обучающегося при проведении экзамена формируется в соответствии с нижеприведенной таблицей.

Оценка	Критерии оценивания
Отлично	Демонстрация высокого уровня знаний моделей полумарковских процессов и специальных потоков, их особенностей и методов их исследования, умение составить систему ДУ Колмогорова для любой модели, предложить оптимальный метод ее решения, применение метода асимптотического анализа, получение конечных характеристик исследуемой модели, умение реализовать численные расчеты найденных характеристик и сделать верные практические выводы.
Хорошо	В целом успешное, но содержащее отдельные ошибки владение знаниями моделей полумарковских процессов и специальных потоков, умение составить систему ДУ Колмогорова для любой модели, предложить оптимальный метод ее решения, применение метода асимптотического анализа, получение конечных характеристик исследуемой модели, умение реализовать численные расчеты найденных характеристик и сделать верные практические выводы.
Удовлетворительно	Частичное, фрагментарное владение знаниями моделей полумарковских процессов и специальных потоков, умение составить систему ДУ Колмогорова для любой модели, предложить метод ее решения, применение метода асимптотического анализа, умение реализовать численные расчеты найденных характеристик.
Неудовлетворительно	Демонстрация низкого уровня знаний моделей полумарковских процессов и специальных потоков, неумение составить систему ДУ Колмогорова для любой модели, незнание никакого метода исследования ни одной модели.