

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 17.11.2025 16:13:13
Уникальный программный ключ:
04c19ed8bfb98f3bb6b77a486b9a8788b8322323

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине
«Статистическое моделирование» по направлению подготовки (специальности) 02.03.02
«Фундаментальная информатика и информационные технологии» направленности (профилю) Прикладное программирование и системы искусственного интеллекта ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 1

**Фонд оценочных средств
для промежуточной аттестации
по дисциплине (модулю)
Статистическое моделирование**

02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

Направленность (профиль)
Прикладное программирование и системы искусственного интеллекта

Присеваемая квалификация
Бакалавр

Форма обучения очная

Челябинск 2025 г.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Статистическое моделирование» по направлению подготовки (специальности) 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» направленности (профилю) Прикладное программирование и системы искусственного интеллекта ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 2

Содержание

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Перечень формируемых компетенций
 - 2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной
3. Содержание оценочных средств по дисциплине
 - 3.1. Виды оценочных средств
 - 3.2. Содержание оценочных средств
4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации
 - 4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации
 - 4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств.
 - 4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Статистическое моделирование» по направлению подготовки (специальности) 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» направленности (профи- лю) Прикладное программирование и системы искусственного интеллекта ФГБОУ ВО «Чел- ГУ»	стр. 3

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

Направленность (профиль): Прикладное программирование и системы искусственного интеллекта

Дисциплина: Статистическое моделирование

Семестр (семестры) изучения: № семестра 8

Форма (формы) промежуточной аттестации: Экзамен

Примечание: для оценивания результатов используется балльно-рейтинговая система.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Статистическое моделирование» направлено на формирование следующих компетенций:

Изучение дисциплины следующих компетенций

Коды компетенции согласно ФГОС (ОПОП ВО)	Содержание компетенций согласно ФГОС (ОПОП ВО)	Индикаторы достижения компетенции согласно ОПОП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3	4
ПК-1	Способность проводить под научным руководством локальные научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности	ПК-1.1. Обладает знаниями о методологии и этапах выполнения научно-исследовательской работы; о методах решения научных задач; о методике подготовки отчета, в том числе выпускной квалификационной работы ПК-1.2. Демонстрирует умения: обрабатывать и анализировать научно-техническую ин-	Знать: Основные методы статистического моделирования, базовые вероятностные модели, применяемые для описания систем в области профессиональной деятельности. Уметь: проводить сбор, обработку и анализ данных для определения ключевых свойств системы в области фундаментальной информатики и информационных

МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Статистическое моделирование» по направлению подготовки (специальности) 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» направленности (профи- лю) Прикладное программирование и системы искусственного интеллекта ФГБОУ ВО «Чел- ГУ»	стр. 4

		формацию и резуль- таты исследований; выполнять под научным руковод- ством научно- исследовательскую или опытно- конструкторскую разработку в кон- кретной области профессиональной деятельности. ПК-1.3. Имеет прак- тический опыт (навыки): научной аргументации при анализе объекта научной и профес- сиональной деятель- ности; подготовки научных обзоров, публикаций, рефера- тов и библиографий по тематике прово- димых исследова- ний..	технологий Владеть: Навыками: научной аргументации при анализе объекта научной и профессиональной деятельности; подготовки научных обзоров, публикаций по тематике проводимых исследований связанных с фундаментальной информатикой и информационными технологиями
--	--	---	--

МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Статистическое моделирование» по направлению подготовки (специальности) 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» направленности (профи- лю) Прикладное программирование и системы искусственного интеллекта ФГБОУ ВО «Чел- ГУ»	стр. 5

3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1 Виды оценочных средств

№ п/п	Код компетенции/ планируемые результаты обучения	Контролируемые темы/ разделы	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Наименование оценочного средства на промежуточной аттестации/№ задания
1	ПК-1/ Способность проводить под научным руководством локальные научно-исследовательские разработки на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности	Статистическое моделирование случайных величин	Семестровое (домашнее) задание. часть 1	Экзаменационная контрольная работа
2	ПК-1/ Способность проводить под научным руководством локальные научно-исследовательские разработки на основе существующих методов статистического моделирования многомерных распределений	Статистическое моделирование многомерных распределений	Семестровое (домашнее) задание. часть 1	Экзаменационная контрольная работа
3	ПК-1/ Способность проводить под научным руководством локальные научно-исследовательские разработки на основе метода Монте-Карло	Метод Монте-Карло приближенного вычисления интегралов и примеры его применения в теории надежности	Семестровое (домашнее) задание. часть 1	Экзаменационная контрольная работа
4	ПК-1/ Способность проводить под научным руководством локальные научно-исследовательские разработки на основе	Общие понятия теории случайных процессов	Семестровое (домашнее) задание. часть 2	Экзаменационная контрольная работа

	методов теории случайных процессов			
5	ПК-1/ Способность проводить под научным руководством локальные научно-исследовательские разработки на основе методов марковских случайных процессов	Марковские случайные процессы с непрерывным временем и конечным числом состояний	Семестровое (домашнее) задание. часть 2	Экзаменационная контрольная работа
6	ПК-1/ Способность проводить под научным руководством локальные научно-исследовательские разработки на основе методов потоков однородных событий	Потоки однородных событий и их свойства	Семестровое (домашнее) задание. часть 3	Экзаменационная контрольная работа
7	ПК-1/ Способность проводить под научным руководством локальные научно-исследовательские разработки на основе методов системы массового обслуживания	Системы массового обслуживания с ограниченной очередью без приоритетов	Семестровое (домашнее) задание. часть 3	Экзаменационная контрольная работа

Типовые задания, критерии и показатели оценивания в рамках текущего контроля представлены в рабочей программе дисциплины. Полные комплекты оценочных средств и контрольно-измерительных материалов хранятся на кафедре.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Статистическое моделирование» по направлению подготовки (специальности) 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» направленности (профилю) Прикладное программирование и системы искусственного интеллекта ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 7

3.2 Содержание оценочных средств

Типовые контрольные задания для домашних (семестровых) заданий для текущей аттестации.

1 часть семестрового задания

1 задание

1. Реализовать алгоритм моделирования дискретной случайной величины, закон распределения которой задан формулой: $P(n) = C_{50}^n \cdot 0.3^n \cdot 0.7^{50-n}$, $n = 0, 1, 2, \dots, 50$.

Используя полученную реализацию, вычислить суммы рядов методом Монте-Карло:

- $\sum_{n=0}^{50} n \cdot C_{50}^n \cdot 0.3^n \cdot 0.7^{50-n}$ с точностью до 0.1;
- $\sum_{n=0}^{50} \left(\frac{n}{50}\right) \cdot C_{50}^n \cdot 0.3^n \cdot 0.7^{50-n}$ с точностью до 0.01.

2. Реализовать алгоритм моделирования дискретной случайной величины, закон распределения которой задан формулой: $P(n) = e^{-2} \cdot \frac{2^n}{n!}$, $n = 0, 1, 2, \dots$

Используя полученную реализацию, вычислить суммы рядов методом Монте-Карло:

- $\sum_{n=0}^{\infty} n \cdot e^{-2} \cdot \frac{2^n}{n!}$ с точностью до 0.1;
- $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{n^2 \cdot 2^n}{n!}$ с точностью до 0.01.

3. Реализовать алгоритм моделирования дискретной случайной величины, закон распределения которой задан формулой: $P(n) = \frac{1}{8} \cdot \left(\frac{7}{8}\right)^n$, $n = 0, 1, 2, \dots$

Используя полученную реализацию, вычислить суммы рядов методом Монте-Карло:

- $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{n}{8} \cdot \left(\frac{7}{8}\right)^n$ с точностью до 0.1;
- $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{n \cdot 7^n}{4} \cdot \left(\frac{7}{8}\right)^n$ с точностью до 0.01.

4. Реализовать алгоритм моделирования дискретной случайной величины, закон распределения которой задан формулой: $P(n) = \frac{30}{2^4} \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^n$, $n = 1, 2, \dots$

Используя полученную реализацию, вычислить суммы рядов методом Монте-Карло:

- $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{30}{2^4} \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^n$ с точностью до 0.01;
- $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^{2+1}} \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^n$ с точностью до 0.01.

5. Реализовать алгоритм моделирования непрерывной случайной величины распределенной с плотностью: $p(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ 7 \cdot e^{-7x}, & x \geq 0 \end{cases}$

Используя полученную реализацию, вычислить значения интегралов методом Монте-Карло:

- $\int_0^{\infty} 7x \cdot e^{-7x} dx$ с точностью до 0.01;
- $\int_0^{\infty} \sqrt{x} \cdot e^{-7x} dx$ с точностью до 0.001.

2 задание

1. Вычислить значение интеграла методом Монте-Карло с точностью до 0.001:

$$\int_a^b dx \int_1^\infty dy \int_{-\infty}^\infty \ln(x) \cdot e^{-xy-(y^2)} dz,$$

где параметры задачи $a \in \mathbb{R}$ и $b \in \mathbb{R}$ принимают значения $1 < a < 10$, $1 < b < 10$.

2. Вычислить значение интеграла методом Монте-Карло с точностью до 0.001:

$$\int_a^b dx \int_0^{x^2} dy \int_0^\infty \cos(xy) \cdot e^{-z} dz,$$

где параметры задачи $a \in \mathbb{R}$ и $b \in \mathbb{R}$ принимают значения $1 < a < b < 2$.

3. Вычислить значение интеграла методом Монте-Карло с точностью до 0.001:

$$\int_0^a dx \int_{-x}^x dy \int_0^{y^2} \cos(x) \cdot f(y, z, b) dz,$$

где параметры задачи $a \in \mathbb{R}$ и $b \in \mathbb{R}$ принимают значения $0 < a < 10$, $-a < b < a$,

функция $f(y, z, b) = \begin{cases} z, & y < b \\ z^2, & y \geq b \end{cases}$.

4. Вычислить значение интеграла методом Монте-Карло с точностью до 0.001:

$$\int_{-\infty}^\infty dx \int_{-\infty}^\infty dy \int_1^a \cos(bz) \cdot e^{-\frac{z^2+y^2}{4}} dz,$$

где параметры задачи $a \in \mathbb{R}$ и $b \in \mathbb{R}$ принимают значения $1 < a < 10$, $1 < b < 10$.

5. Вычислить значение интеграла методом Монте-Карло с точностью до 0.001:

$$\int_1^a dx \int_1^b dy \int_1^\infty dz \int_0^\infty e^{-xz-yw^2} dw,$$

где параметры задачи $a \in \mathbb{R}$ и $b \in \mathbb{R}$ принимают значения $1 < a < 10$, $1 < b < 10$.

2 часть семестрового задания

Задания первой части

1. Найдите математическое ожидание, дисперсию и автоковариационную функцию случайного процесса $X(t) = \alpha e^{-t}$, где α - случайная величина, распределенная равномерно на отрезке $[-1; 1]$.
2. Найдите математическое ожидание, дисперсию и автоковариационную функцию случайного процесса $X(t) = e^{-\eta t}$, где η - случайная величина, распределенная по показательному закону с параметром λ .
3. Найдите математическое ожидание, дисперсию и автоковариационную функцию случайного процесса $X(t) = t + a \cdot \eta$, где η - случайная величина, распределенная по нормальному закону с математическим ожиданием m и дисперсией σ^2 , $a = const$.
4. Найдите математическое ожидание, дисперсию и автоковариационную функцию случайного процесса $X(t) = \eta \cdot t + a$, где η - случайная величина, распределенная по нормальному закону с математическим ожиданием m и дисперсией σ^2 , $a = const$.
5. Найдите математическое ожидание, дисперсию и автоковариационную функцию случайного процесса $X(t) = V \cos(\psi t - \Theta)$, где V и Θ - независимые случайные величины. V распределена по нормальному закону с математическим ожиданием m и дисперсией σ^2 , Θ - случайная величина, распределенная равномерно на интервале $(0; 2\pi)$, $\psi = const$.
6. Найдите математическое ожидание, дисперсию и автоковариационную функцию случайного процесса $X(t) = U \cos \omega_0 t + V \sin \omega_0 t$, где U и V - некоррелированные случайные величины, распределенные по нормальному закону с нулевым математическим ожиданием и дисперсией σ^2 , $\omega_0 = const$.
7. Найдите математическое ожидание, дисперсию и автоковариационную функцию случайного процесса $X(t) = V \cdot e^{-U t}$, где U и V - независимые случайные величины, U распределена равномерно на интервале $(0, a)$, V распределена равномерно на интервале $(0, b)$.
8. Найти одномерную плотность распределения вероятностей случайного процесса $X(t) = \eta \cdot t + a$, где η - случайная величина, распределенная по нормальному закону с математическим ожиданием m и дисперсией σ^2 , $a = const$.
9. Найти одномерную плотность распределения вероятностей случайного процесса $X(t) = t + a \cdot \eta$, где η - случайная величина, распределенная по нормальному закону с математическим ожиданием m и дисперсией σ^2 , $a = const$.
10. Найти одномерную плотность распределения вероятностей случайного процесса $X(t) = U \cos \omega_0 t + V \sin \omega_0 t$, где U и V - независимые случайные величины, распределенные по нормальному закону с математическим ожиданием m и дисперсией σ^2 , $\omega_0 = const$.

Задания второй части

1. Дан случайный процесс $X(t) = U \cos \omega_0 t + V \sin \omega_0 t$, где U, V - некоррелированные случайные величины, $M(U) = M(V) = 0, D(U) = D(V) = D = const, \omega_0 = const$. Будет ли $X(t)$ стационарным в широком смысле?

2. Дан случайный процесс $X(t) = U \cos \omega_0 t + V \sin \omega_0 t$, где U, V - некоррелированные случайные величины, $M(U) = M(V) = 0, D(U) = D_1, D(V) = D_2, D_1 \neq D_2, \omega_0 = const$. Будет ли $X(t)$ стационарным в широком смысле?

3. Дан стационарный случайный процесс $X(t) = U \cos \Omega t + V \sin \Omega t$, где U, V, Ω - независимые случайные величины, $M(U) = M(V) = 0, D(U) = D(V) = D = const, \Omega$ принимает только положительные значения. Найдите плотность распределения вероятностей случайной величины Ω , если известно, что автоковариационная функция случайного процесса $X(t)$ имеет вид: $K_x(\tau) = D \cdot e^{-\alpha|\tau|}$, где $\alpha > 0, D > 0$.

4. Дан стационарный случайный процесс $X(t) = U \cos \Omega t + V \sin \Omega t$, где U, V, Ω - независимые случайные величины, $M(U) = M(V) = 0, D(U) = D(V) = D = const, \Omega$ принимает только положительные значения. Найдите плотность распределения вероятностей случайной величины Ω , если известно, что автоковариационная функция случайного процесса $X(t)$ имеет вид: $K_x(\tau) = D \cdot e^{-\alpha|\tau|} \cos \omega_0 \tau$, где $\alpha > 0, D > 0, \omega_0 > 0$.

5. Процесс случайного блуждания с дискретным временем $X(t)$ задается рекуррентно $X(t) = X(t-1) + \delta(t), X(0) = 0, t = 1, 2, \dots, \delta(t)$ - белый шум с дисперсией σ^2 . Будет ли он стационарным в широком смысле?

6. Дан случайный процесс $X(t) = U \cos \omega_0 t + V \sin \omega_0 t$, где U, V - некоррелированные случайные величины, $M(U) = M(V) = 0, D(U) = D(V) = D = const, \omega_0 = const$. Будет ли он эргодическим по отношению к математическому ожиданию?

7. Дан случайный процесс $X(t) = U$, где U - случайная величина с нулевым математическим ожиданием и дисперсией σ^2 . Будет ли он эргодическим по отношению к математическому ожиданию?

8. Дан случайный процесс $X(t) = V \cos(\psi t - \Theta)$, где V и Θ - независимые случайные величины. V распределена по нормальному закону с математическим ожиданием m и дисперсией σ^2 , Θ - случайная величина, распределенная равномерно на интервале $(0; 2\pi)$, $\psi = const$. Будет ли $X(t)$ стационарным в широком смысле?

9. Найти спектральную плотность $S_x(\omega)$ стационарного случайного процесса, автоковариационная функция которого $K_x(\tau) = D \cdot e^{-\alpha|\tau|}$, где $\alpha > 0, D > 0$.

10. Найти спектральную плотность $S_x(\omega)$ стационарного случайного процесса, автоковариационная функция которого $K_x(\tau) = D \cdot e^{-\alpha|\tau|} \cos \omega_0 \tau$, где $\alpha > 0, D > 0, \omega_0 > 0$.

3 часть семестрового задания

Вариант 1

Предположим, что система массового обслуживания находится в стационарном режиме работы и входящий поток заявок простейший пуассоновский с интенсивностью λ заявок в час, число обслуживающих каналов $n = 3$ (каналы работают независимо друг от друга), среднее время обслуживания одним каналом одного требования - m минут (распределение времени обслуживания - показательное) и максимально возможное число заявок в СМО $N = 7$ (если в СМО уже есть 7 заявок, то поступающая заявка теряется). Требуется смоделировать работу СМО на ЭВМ и численно определить вероятность отказа (потери заявки) с точностью до 0.01. Результат сравнить с аналитическим решением. Параметры задачи λ и m - целые положительные числа.

Вариант 2

Предположим, что система массового обслуживания находится в стационарном режиме работы и входящий поток заявок простейший пуассоновский с интенсивностью λ заявок в час, число обслуживающих каналов $n = 3$ (каналы работают независимо друг от друга), среднее время обслуживания одним каналом одного требования - m минут (распределение времени обслуживания - показательное) и максимально возможное число заявок в СМО $N = 7$ (если в СМО уже есть 7 заявок, то поступающая заявка теряется). Требуется смоделировать работу СМО на ЭВМ и численно определить вероятность простоя системы (все обслуживающие каналы свободны) с точностью до 0.01. Результат сравнить с аналитическим решением. Параметры задачи λ и m - целые положительные числа.

Вариант 3

Предположим, что система массового обслуживания находится в стационарном режиме работы и входящий поток заявок простейший пуассоновский с интенсивностью λ заявок в час, число обслуживающих каналов $n = 3$ (каналы работают независимо друг от друга), среднее время обслуживания одним каналом одного требования - m минут (распределение времени обслуживания - показательное) и максимально возможное число заявок в СМО $N = 7$ (если в СМО уже есть 7 заявок, то поступающая заявка теряется). Требуется смоделировать работу СМО на ЭВМ и численно определить вероятность того, что заявка будет стоять в очереди с точностью до 0.01. Результат сравнить с аналитическим решением. Параметры задачи λ и m - целые положительные числа.

Вариант 4

Предположим, что система массового обслуживания находится в стационарном режиме работы и входящий поток заявок простейший пуассоновский с интенсивностью λ заявок в час, число обслуживающих каналов $n = 3$ (каналы работают независимо друг от друга), среднее время обслуживания одним каналом одного требования - m минут (распределение времени обслуживания - показательное) и максимально возможное число заявок в СМО $N = 7$ (если в СМО уже есть 7 заявок, то поступающая заявка теряется). Требуется смоделировать работу СМО на ЭВМ и численно определить среднее время ожидания в очереди (в часах) с точностью до 0.01. Результат сравнить с аналитическим решением. Параметры задачи λ и m - целые положительные числа.

Вариант 5

Предположим, что система массового обслуживания находится в стационарном режиме работы и входящий поток заявок простейший пуассоновский с интенсивностью λ заявок в час, число обслуживающих каналов $n = 3$ (каналы работают независимо друг от друга), среднее время обслуживания одним каналом одного требования - m минут (распределение времени обслуживания - показательное) и максимально возможное число заявок в СМО $N = 7$ (если в СМО уже есть 7 заявок, то поступающая заявка теряется). Требуется смоделировать работу СМО на ЭВМ и численно определить среднее число занятых каналов с точностью до 0.01. Результат сравнить с аналитическим решением. Параметры задачи λ и m - целые положительные числа.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Статистическое моделирование» по направлению подготовки (специальности) 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» направленности (профилю) Прикладное программирование и системы искусственного интеллекта ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 12

Вариант 6

Предположим, что система массового обслуживания находится в стационарном режиме работы и входящий поток заявок простейший пуассоновский с интенсивностью λ заявок в час, число обслуживающих каналов $n = 3$ (каналы работают независимо друг от друга), среднее время обслуживания одним каналом одного требования - m минут (распределение времени обслуживания - показательное) и максимально возможное число заявок в СМО $N = 7$ (если в СМО уже есть 7 заявок, то поступающая заявка теряется). Требуется смоделировать работу СМО на ЭВМ и численно определить среднюю длину очереди с точностью до 0.01. Результат сравнить с аналитическим решением. Параметры задачи λ и m - целые положительные числа.

Вариант 7

Предположим, что система массового обслуживания находится в стационарном режиме работы и входящий поток заявок простейший пуассоновский с интенсивностью λ заявок в час, число обслуживающих каналов $n = 3$ (каналы работают независимо друг от друга), среднее время обслуживания одним каналом одного требования - m минут (распределение времени обслуживания - показательное) и максимально возможное число заявок в СМО не ограничено (СМО с неограниченной очередью). Требуется смоделировать работу СМО на ЭВМ и численно определить вероятность простоя системы (все обслуживающие каналы свободны) с точностью до 0.01. Результат сравнить с аналитическим решением. Параметры задачи λ и m - целые положительные числа.

Вариант 8

Предположим, что система массового обслуживания находится в стационарном режиме работы и входящий поток заявок простейший пуассоновский с интенсивностью λ заявок в час, число обслуживающих каналов $n = 3$ (каналы работают независимо друг от друга), среднее время обслуживания одним каналом одного требования - m минут (распределение времени обслуживания - показательное) и максимально возможное число заявок в СМО не ограничено (СМО с неограниченной очередью). Требуется смоделировать работу СМО на ЭВМ и численно определить вероятность того, что заявка будет стоять в очереди с точностью до 0.01. Результат сравнить с аналитическим решением. Параметры задачи λ и m - целые положительные числа.

Вариант 9

Предположим, что система массового обслуживания находится в стационарном режиме работы и входящий поток заявок простейший пуассоновский с интенсивностью λ заявок в час, число обслуживающих каналов $n = 3$ (каналы работают независимо друг от друга), среднее время обслуживания одним каналом одного требования - m минут (распределение времени обслуживания - показательное) и максимально возможное число заявок в СМО не ограничено (СМО с неограниченной очередью). Требуется смоделировать работу СМО на ЭВМ и численно определить среднее время ожидания в очереди (в часах) с точностью до 0.01. Результат сравнить с аналитическим решением. Параметры задачи λ и m - целые положительные числа.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Статистическое моделирование» по направлению подготовки (специальности) 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» направленности (профилю) Прикладное программирование и системы искусственного интеллекта ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 13

Вариант 10

Предположим, что система массового обслуживания находится в стационарном режиме работы и входящий поток заявок простейший пуассоновский с интенсивностью λ заявок в час, число обслуживающих каналов $n = 3$ (каналы работают независимо друг от друга), среднее время обслуживания одним каналом одного требования - m минут (распределение времени обслуживания - показательное) и максимально возможное число заявок в СМО не ограничено (СМО с неограниченной очередью). Требуется смоделировать работу СМО на ЭВМ и численно определить среднее число занятых каналов с точностью до 0.01. Результат сравнить с аналитическим решением. Параметры задачи λ и m - целые положительные числа.

Перечень вопросов к экзамену

1. Опишите мультипликативный датчик, генерирующий равномерное распределение на $[0,1]$.
2. Опишите общий алгоритм моделирования данного дискретного распределения с помощью мультипликативного датчика. Нарисуйте блок-схему алгоритма.
3. Опишите стандартный метод моделирования непрерывной случайной величины с помощью мультипликативного датчика.
4. Как на базе мультипликативного датчика моделируется Γ -распределение с плотностью

$$f(x, \alpha, k) = \begin{cases} \frac{\alpha^k}{(k-1)!} x^{k-1} e^{-\alpha x}, & x > 0 \\ 0, & x \leq 0 \end{cases}$$

где $k \in N$ (распределение Эрланга k -го порядка)? Ответ обосновать.

5. Опишите алгоритм метода суперпозиции моделирования случайных величин. Как смоделировать распределение с плотностью

$$f(x) = \begin{cases} \sum_{n=0}^{\infty} a_n x^n, & 0 \leq x \leq 1, a_n \geq 0 \\ 0, & x \notin [0,1] \end{cases}$$

с использованием порядковых статистик? Составьте блок-схему алгоритма.

6. Опишите алгоритм метода исключения моделирования случайных величин. На каких теоремах он базируется?
7. Как моделируется стандартное нормальное распределение на базе центральной предельной теоремы? Практические рекомендации.
8. Моделирование χ^2 распределения с $2n$ степенями свободы ($n \in N$) с помощью мультипликативного датчика.
9. Свойства изотропных случайных векторов и их использование при статистическом моделировании n независимых, нормально распределенных случайных величин с нулевым математическим ожиданием и единичной дисперсией.
10. Доказать, что если α_1 и α_2 - независимые случайные величины, равномерно

МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Статистическое моделирование» по направлению подготовки (специальности) 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» направленности (профилю) Прикладное программирование и системы искусственного интеллекта ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 14

распределенные на $[0,1]$, то $\eta_1 = \sqrt{-2 \ln \alpha_1} \cos 2\pi \alpha_2$, $\eta_2 = \sqrt{-2 \ln \alpha_1} \sin 2\pi \alpha_2$ – независимые случайные величины со стандартным нормальным законом распределения.

11. Стандартный метод моделирования случайных векторов и метод исключения.

12. Моделирование невырожденного многомерного нормального закона.

13. Определение случайного процесса, его конечномерных распределений. Числовые характеристики случайного процесса: математическое ожидание, дисперсия, ковариационная и автокорреляционная функции, их свойства. Гауссовские случайные процессы. Временные ряды.

14. Метод Монте-Карло для вычисления интегралов и среднего времени безотказной работы схем, состоящих из большого числа элементов.

15. Статистическое моделирование потоков Пальма, простейшего потока и потоков Эрланга.

16. Общие понятия теории случайных процессов.

17. Случайные процессы с марковским свойством, непрерывным временем и конечным числом состояний, переходные вероятности. Что означает однородность по времени таких процессов, сепарабельность и стохастическая непрерывность? Уравнения Колмогорова-Чепмена.

18. Теорема о существовании плотностей перехода из одного состояния в другое и выхода из данного состояния для однородного марковского процесса с конечным числом состояний, сепарабельного и стохастически непрерывного.

19. Прямая и обратная системы Колмогорова.

20. Уравнения Колмогорова для вероятностей состояний и система уравнений для стационарного распределения вероятностей состояний. Формулировка эргодической теоремы.

21. Что такое поток однородных событий? Какой случайный процесс обычно связывают с потоком однородных событий? Определение основных свойств потоков событий: а) стационарность; б) ординарность; в) отсутствие последствия; г) ограниченное последствие. Как определяется интенсивность потока?

22. Определение пуассоновского потока. Простейший поток событий и вывод для него формул для вероятностей появления k событий за время t . Какой закон распределения вероятностей времени между двумя последовательными событиями простейшего потока?

23. Потоки Пальма и Эрланга. Объясните, почему “поток Эрланга можно получить просеиванием” простейшего потока событий и как? В каком случае поток Пальма будет потоком с последствием?

24. Для системы массового обслуживания с ограниченной очередью без приоритетов, у которой входящий поток заявок простейший, а время обслуживания каналом заявки имеет показательное распределение, найти: а) плотность вероятностей перехода из одного состояния в другое и выхода из данного состояния; б) стационарное распределение вероятностей состояний системы; в) операционные характеристики для стационарного режима (средняя длина очереди, среднее время ожидания в очереди, вероятность отказа, вероятность, что заявка будет стоять в очереди, доля времени простоя обслуживающей системы, среднее число занятых каналов).

МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Статистическое моделирование» по направлению подготовки (специальности) 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» направленности (профилю) Прикладное программирование и системы искусственного интеллекта ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 15

Типовые задачи к экзамену

1. Вычислить интеграл методом Монте-Карло:

а)
$$\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{x^2}{2}} |\sin x| dx$$

б)
$$\iint_B \sin(x) \cos(y) dx dy$$
, где область B - единичный круг с центром в начале координат.

в)
$$\int_0^1 e^{-2+x} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(n+1)2^n x^n}{n!} dx$$

2. Платная стоянка для автомобилей имеет 40 мест. Считается, что поток автомашин, прибывающих на стоянку – простейший с интенсивностью 15 авт./час. Известно, что время пребывания автомобиля на стоянке распределено с плотностью

$p(x) = \frac{1}{2} x^2 e^{-x}$, $x > 0$, средним 3 часа. Оплата почасовая: 15 руб/час. Определить среднюю выручку владельца за одну неделю.

3. Автозаправочная станция имеет 4 бензоколонки. Входящий поток автомашин простейший с интенсивностью 1.5 авт/мин. Если все колонки заняты, автомобиль

уезжает. Время заправки распределено с плотностью $p(x) = \frac{1}{25} (e^{-x} + x^4 e^{-x})$, $x > 0$ и средним 4.84 мин.

Определить среднее число занятых колонок в установившемся режиме работы.

4. Покупатели магазина образуют поток Эрланга 5 порядка с интенсивностью 50 чел/час. Обслуживание производят 5 продавцов, и время обслуживания распределено по экспоненциальному закону со средним 6 мин. Определить среднее число занятых продавцов в установившемся режиме работы

Примеры билета для экзаменационной контрольной работы

Пример экзаменационного билета.

1. Прямая и обратная системы Колмогорова.

2. Вычислить интеграл методом Монте-Карло:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{x^2}{2}} |\sin x| dx$$

3. Платная стоянка для автомобилей имеет 40 мест. Считается, что поток автомашин, прибывающих на

МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Статистическое моделирование» по направлению подготовки (специальности) 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» направленности (профи- лю) Прикладное программирование и системы искусственного интеллекта ФГБОУ ВО «Чел- ГУ»	стр. 16

стоянку – простейший с интенсивностью 15 авт./час. Известно, что время пребывания автомобиля на стоянке распределено с плотностью $p(x) = \frac{1}{2}x^2e^{-x}$, $x > 0$, средним 3 часа. Оплата почасовая: 15 руб/час. Определить среднюю выручку владельца за одну неделю.

4. Автозаправочная станция имеет 4 бензоколонки. Входящий поток автомашин простейший с интенсивностью 1.5 авт/мин. Если все колонки заняты, автомобиль уезжает. Время заправки распределено с плотностью $p(x) = \frac{1}{25}(e^{-x} + x^4e^{-x})$, $x > 0$ и средним 4.84 мин. Определить среднее число занятых колонок в установившемся режиме работы.

4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации

Описать порядок и способы проведения промежуточной аттестации.

Балльно-рейтинговая система оценки знаний студента по дисциплине определяется на основе балловой оценки различных форм деятельности студентов. Итоговая оценка выставляется, исходя из количества баллов, набранных в течение семестра и полученных за экзамен

Начисляемые рейтинговые баллы.

(По каждой позиции указывается максимальный балл)

Домашние (семестровые) задания 3 части – 20+20+20=60 баллов

Решение задач из лекций - 10

Посещаемость - 10

Экзаменационная контрольная работа - 20

Итого 100 баллов

Итоговый экзамен проводится в присутствии преподавателя и предполагает решение задач и развернутый, полный ответ на теоретический вопрос. Вопросы составляются с учётом материала, пройденного на практических занятиях и вынесенного на самостоятельную работу. Время, отводимое на выполнение итоговой работы, 120 минут

4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств.

4.2.1 Критерии оценивания домашнего (семестрового) задания

Максимальный балл за одну часть семестрового задания – 20 баллов

Балл	18-20 баллов	15-17 баллов	10-14 баллов	0-9 баллов
------	--------------	--------------	--------------	------------

МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Статистическое моделирование» по направлению подготовки (специальности) 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» направленности (профи- лю) Прикладное программирование и системы искусственного интеллекта ФГБОУ ВО «Чел- ГУ»	стр. 17

Уровень освоения проверяемых компетенций	высокий	средний	базовый	недостаточный
Критерии оценивания	Полностью выполнено задание, получен правильный ответ	Задание выполнено, но имеются незначительные недочеты или арифметические ошибки	Задание выполнено на 70%	Задание не выполнено, имеются грубые ошибки

4.2.2 Критерии оценивания экзаменационной контрольной работы

Максимальный балл за экзаменационную контрольную работу — 20 баллов. Этот балл складывается из баллов, полученных за каждый вопрос в билете. В билете – 1 теоретический вопрос и 3 задачи.

Критерии оценивания теоретического вопроса с доказательством

Максимальный балл — 5.

5 баллов	4 балла	3 балла	0-2 баллов
Высокий уровень освоения проверяемых компетенций	Средний уровень освоения проверяемых компетенций	Базовый уровень освоения проверяемых компетенций	Недостаточный уровень освоения проверяемых компетенций
Даны аккуратные определения и подробные доказательства теорем, свойств. Объяснены все обозначения, участвующие в ответе.	Даны определения и доказательства теорем, свойств. Не объяснены некоторые обозначения. Возможны незначительные неясности в изложении.	Определения и доказательства в целом приведены, но содержат незначительные неточности, недостаточная ясность изложения. Возможно, не приведены доказательства.	Ответ на вопрос отсутствует или содержит определения и формулировки, содержащие значительные ошибки

Критерии оценивания задачи

Максимальный балл — 5.

5 баллов	4 балла	3 баллов	0-2 балла
Высокий уровень освоения	Средний уровень освоения	Базовый уровень освоения	Недостаточный уровень освоения

МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Статистическое моделирование» по направлению подготовки (специальности) 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» направленности (профилю) Прикладное программирование и системы искусственного интеллекта ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 18

проверяемых компетенций	проверяемых компетенций	проверяемых компетенций	проверяемых компетенций
Дано полное обоснованное решение задачи.	В представленном решении имеются мелкие недочеты или арифметические ошибки	Дано решение задачи с неполным обоснованием.	Задача не решена или ее решение не обосновано.

4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

При подведении итогов учитываются результаты текущей аттестации. Полученные за текущую аттестацию баллы суммируются с баллами, полученными за экзамен:

0-49 баллов - неудовлетворительно (2);

50-69 баллов - удовлетворительно (3);

70-90 баллов - хорошо (4);

91-100 баллов - отлично (5).

Особенности проведения процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обозначены в рабочей программе дисциплины (модуля).

Уровни сформированности компетенций определяется следующим образом:

1. Высокий уровень сформированности компетенций соответствует оценке отлично:
 - предполагает формирование компетенций на высоком уровне, готовность к самостоятельной профессиональной деятельности.
 - студент способен аргументировать собственную точку зрения по дискуссионным вопросам дисциплины, решать ситуационные задачи, критически оценивать информацию, формулировать собственные выводы.
2. Средний уровень соответствует оценке хорошо:
 - предполагает формирование компетенций на среднем уровне: формируется комплексное знание особенностей решения прикладных задач, умение сбора, анализа и обработки данных, необходимых для решения прикладных задач.
 - студент способен давать развернутые ответы на теоретические вопросы дисциплины на уровне не ниже оценки «удовлетворительно».
3. Базовый уровень соответствует оценке удовлетворительно:
 - предполагает формирование компетенций на начальном уровне, студент освоил основные понятия и положения изучаемой дисциплины.
4. Низкий уровень соответствует оценке «неудовлетворительно».

