

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

« 14 » *июня* 2023 г.



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

**Случайные процессы**

по направлению подготовки

**02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии**

Направленность (профиль) подготовки:

**Искусственный интеллект и разработка программных продуктов**

ОС составил(и):

канд. физ.-мат. наук, доцент

доцент кафедры теории вероятностей и математической статистики

Д.Д. Даммер  


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 8 июня 2023 г. №2

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 их формирования.

ОС разрабатываются 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-1. Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ИОПК-1.1. Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук;	ОР-1.1.1 – умеет решать типовые задачи, применяя понятия случайных процессов	Демонстрация высокого уровня умений решать типовые задачи, применяя понятия случайных процессов	Сформированные умения решать типовые задачи, применяя понятия случайных процессов содержат отдельные пробелы	Фрагментарное умение решать типовые задачи, применяя понятия случайных процессов	Отсутствие умений решать типовые задачи, применяя понятия случайных процессов
		ОР-1.1.2 – знает представление о полумарковских процессах и методах их марковизации	Демонстрация высокого уровня знаний о полумарковских процессах и методах их марковизации	Сформированные знания о полумарковских процессах и методах их марковизации содержат отдельные пробелы	Фрагментарное знание о полумарковских процессах и методах их марковизации	Отсутствие знаний о полумарковских процессах и методах их марковизации

		<p>ОР-1.1.3 умеет исследовать марковские процессы с дискретным и непрерывно временем</p>	<p>Демонстрация высокого уровня умений исследовать марковские процессы с дискретным и непрерывно временем</p>	<p>Сформированные умения исследовать марковские процессы с дискретным и непрерывно временем содержат отдельные пробелы</p>	<p>Фрагментарное умение исследования марковских процессов с дискретным и непрерывно временем</p>	<p>Отсутствие умений исследовать марковские процессы с дискретным и непрерывно временем</p>
	<p>ИОПК-1.2. Использует фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук в профессиональной деятельности</p>	<p>ОР-1.2.1 – умеет использовать основные понятия, факты, принципы случайных процессов для решения прикладных задач</p>	<p>Демонстрация высокого уровня умений использовать основные понятия, факты, принципы случайных процессов для решения прикладных задач</p>	<p>Сформированные умения использования основных понятий, фактов, принципов случайных процессов для решения прикладных задач содержат отдельные пробелы</p>	<p>Фрагментарное умение использования основных понятий, фактов, принципов случайных процессов для решения прикладных задач</p>	<p>Отсутствие умений использования основных понятий, фактов, принципов случайных процессов для решения прикладных задач</p>

		<p>ОР-1.2.2 – умеет применять на практике математические модели, используя аппарат случайных процессов, а также компьютерные технологии для решения задач в профессиональной деятельности</p>	<p>Демонстрация высокого уровня умений применения на практике математических моделей, используя аппарат случайных процессов, а также компьютерных технологий для решения задач в профессиональной деятельности</p>	<p>Сформированные умения применения на практике математических моделей, используя аппарат случайных процессов, а также компьютерных технологий для решения задач в профессиональной деятельности содержат отдельные пробелы</p>	<p>Фрагментарное умение применения на практике математических моделей, используя аппарат случайных процессов, а также компьютерных технологий для решения задач в профессиональной деятельности</p>	<p>Отсутствие умений применения на практике математических моделей, используя аппарат случайных процессов, а также компьютерных технологий для решения задач в профессиональной деятельности</p>
		<p>ОР-1.2.3 – умеет применять современный математический аппарат (случайных процессов) для построения адекватных моделей реальных систем</p>	<p>Демонстрация высокого уровня умений применять современный математический аппарат (случайных процессов) для построения адекватных моделей реальных систем</p>	<p>Сформированные умения применять современный математический аппарат (случайных процессов) для построения адекватных моделей реальных систем содержат отдельные пробелы</p>	<p>Фрагментарное умение применять современный математический аппарат (случайных процессов) для построения адекватных моделей реальных систем</p>	<p>Отсутствие умений применения современного математического аппарата (случайных процессов) для построения адекватных моделей реальных систем</p>

	<p>ИОПК-1.3. Обладает необходимыми знаниями для исследования информационных систем и их компонент</p>	<p>ОР-1.3.1 умеет применять на практике математические модели и компьютерные технологии для решения различных задач в области профессиональной деятельности, используя аппарат теории вероятностей</p>	<p>Демонстрация высокого уровня умений применять на практике математические модели и компьютерные технологии для решения различных задач в области профессиональной деятельности, используя аппарат теории вероятностей</p>	<p>Сформированные умения применения на практике математических моделей и компьютерных технологий для решения различных задач в области профессиональной деятельности, используя аппарат теории вероятностей содержат отдельные пробелы</p>	<p>Фрагментарное умение применять на практике математические модели и компьютерные технологии для решения различных задач в области профессиональной деятельности, используя аппарат теории вероятностей</p>	<p>Отсутствие умений применения на практике математических моделей и компьютерных технологий для решения различных задач в области профессиональной деятельности, используя аппарат теории вероятностей</p>
--	---	--	---	--	--	---

## 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 Определения теории случайных процессов	ОР-1.1.1, ОР-1.2.1, ОР-1.2.3	Теоретические вопросы Практические задания
2.	Раздел 2 Гауссовские случайные процессы	ОР-1.1.1, ОР-1.2.1, ОР-1.2.3	Теоретические вопросы Практические задания
3	Раздел 3 Марковские процессы	ОР-1.1.3, ОР-1.2.1, ОР-1.2.2, ОР-1.2.3, ОР-1.3.1	Теоретические вопросы Практические задания
4	Раздел 4 Полумарковские процессы	ОР-1.1.2, ОР-1.2.2, ОР-1.2.3, ОР-1.3.1	Теоретические вопросы Практические задания

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

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

Пример билета для коллоквиума

I. Теоретический блок

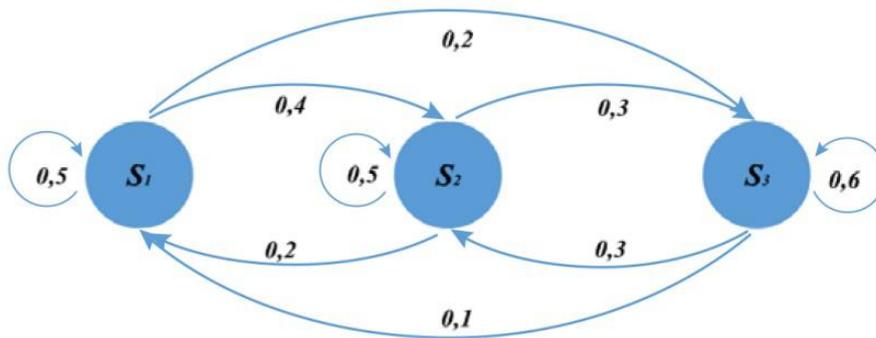
1. Стационарные процессы в узком и широком смысле
2. Вероятностно-временные характеристики цепи Маркова

II. Практический блок

1. Пусть  $\xi(t)$  является однородной цепью Маркова с двумя состояниями:  $X = \{0, 1\}$ . Время пребывания в состоянии 0 распределено по экспоненциальному закону с параметром  $\lambda$ , а время пребывания в состоянии 1 распределено по экспоненциальному закону с параметром  $\mu$ . Найти безусловные вероятности  $P_i(t) = P\{\xi(t) = i\}$  состояний системы в произвольный момент времени.
2. Пусть клиенты, которые хотят получить консультацию, образуют простейший поток с параметром  $\lambda$ . Клиентов обслуживает один работник социальной сферы, если он занят, образуется очередь. Считается, что длина очереди не ограничена. Время обслуживания одного клиента является экспоненциально распределенной случайной величиной с параметром  $\mu$ . Пусть  $i(t)$  – число клиентов, находящихся в системе в момент  $t$ . Найти финальные вероятности числа клиентов в системе.

Пример задач для самостоятельной работы:

1. Рассмотрим состояния банка, характеризующиеся одной из процентных ставок: 12%, 13%, 14%, которые устанавливаются в начале каждого квартала и фиксированы на всем его протяжении. Таким образом, если за систему S принять действующую процентную ставку, то она в каждый момент времени может находиться только в одном из состояний: S1 – процентная ставка 12%, S2 – процентная ставка 13%, S3 – процентная ставка 14%. Анализ работы банка в предшествующие годы показал, что изменение переходных вероятностей с течением времени пренебрежимо мало. Определить распределение вероятностей состояний системы в конце года, если в конце предыдущего года процентная ставка составила 13%, а граф вероятностей переходов имеет вид:



2. Классифицировать состояния для Марковской цепи, заданной матрицей вероятностей переходов  $P_1$ , записать ее в каноническом виде и найти среднее время перехода из одного состояния в другое внутри замкнутого класса (все возможные варианты).

$$P_1 = \begin{bmatrix} 1/2 & 1/2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1/4 & 1/4 & 1/4 & 0 & 1/4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1/2 & 1/2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1/4 & 0 & 1/4 & 1/2 & 0 \end{bmatrix};$$

3.2. Типовые задания для проведения промежуточной аттестации по дисциплине  
Вопросы к зачету:

1. Определение случайного процесса. Семейство конечномерных распределений СП.
2. Моментные функции. Корреляционная функция.
3. Стационарные и эргодические процессы.
4. Непрерывность, дифференцируемость, интегрируемость в среднем квадратическом случайных процессов.
5. Гауссовские случайные процессы. Свойства гауссовского вектора.
6. Винеровский гауссовский случайный процесс. Белый гауссовский шум.

7. Цепи Маркова с дискретным временем. Переходные вероятности.
8. Уравнение Чепмена-Колмогорова. Классификация состояний цепи Маркова.
9. Эргодические теоремы для цепей Маркова с дискретным временем.
10. Цепи Маркова с непрерывным временем. Матрица инфинитезимальных характеристик.
11. Прямая и обратная системы дифференциальных уравнений Колмогорова.
12. Полумарковские процессы. Полумарковская матрица.
13. Метод вложенных цепей Маркова.
14. Метод дополнительной переменной.

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

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

Для оценивания текущего уровня знаний проводятся коллоквиумы и контрольные работы. В билете содержится два теоретических вопроса (коллоквиум) и две практические задачи (контрольная работа).

Оценка за коллоквиум и контрольную работу выставляются отдельно и независимо.

<b>Оценка</b>	<b>Критерий оценивания коллоквиума</b>	<b>Критерий оценивания контрольной работы</b>
5	Обучающийся показал отличный уровень владения теоретическим материалом, полностью ответил на поставленные вопросы	Обучающийся решил две задачи правильно, сопроводил решение объяснением с обоснованием применения тех или иных теорем и определений
4	Обучающийся показал достаточный уровень владения теоретическим материалом, но допустил несущественные ошибки или не полностью изложил материал в одном вопросе	Обучающийся решил 1 задачу правильно, 2-ю решил с несущественными ошибками, сопроводил решение объяснением с обоснованием применения тех или иных теорем и определений
3	Обучающийся показал недостаточный уровень материалом, упустил важные определения или понятия, допустил ошибки при доказательстве теорем в двух	Обучающийся решил только 1 задачу правильно, сопроводил решение объяснением с обоснованием применения тех или иных теорем и определений, 2-ю решил с существенными ошибками или не решил

	вопросах	
2	Обучающийся имеет существенные пробелы теоретического материала, не способен оказать теорему, не знает определения. Не показал знание вопросах в билете	Обучающийся не решил ни одну задачу, или решил с грубыми ошибками

4.2. Методические материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине.

Обучающийся не допускается к промежуточной аттестации, если по результатам текущего контроля знаний были продемонстрированы неудовлетворительные результаты освоения раздела.

<b>Оценка</b>	<b>Критерий оценивания ответа на зачете с оценкой</b>	
5 (зачтено)	Обучающийся показал отличный уровень владения всеми теоретическими вопросами, показал все требуемые умения и навыки решения практических задач	
4 (зачтено)	Обучающийся овладел всеми теоретическими вопросами, частично показал основные умения и навыки при решении практических задач	
3 (зачтено)	Обучающийся имеет недостаточно глубокие знания по теоретическим разделам дисциплины, показал не все основные умения и навыки при решении практических задач	
2 (не зачтено)	Обучающийся имеет существенные пробелы по отдельным теоретическим разделам дисциплины и не владеет основными умениями и навыками решения практических задач	