

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

2023 г.



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

**Эконометрическое моделирование и стохастические процессы**

по направлению подготовки

**01.03.02 Прикладная математика и информатика**

Направленность (профиль) подготовки:

**Математические методы в цифровой экономике**

ОС составили:

д-р физ.-мат. наук, профессор,  
профессор кафедры системного анализа  
и математического моделирования



В.А. Васильев

д-р физ.-мат. наук, доцент,  
профессор кафедры системного анализа  
и математического моделирования



Ю.Г. Дмитриев

Рецензент:

д-р физ.-мат. наук, профессор,  
профессор кафедры системного анализа  
и математического моделирования



Г.М. Кошкин

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

Протокол от 08 июня 2023 г. № 02.

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-1. Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ИОПК-1.1. Демонстрирует навыки работы с учебной литературой по основным естественнонаучным и математическим дисциплинам.	ОР-1.1.1. Обучающийся сможет: анализировать и применять фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности.	Сформированы систематические знания и способность анализировать и применять фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности.	Сформированы, но содержащие отдельные пробелы в знаниях и анализировать и применять фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности.	Фрагментарные знания по анализу и применению фундаментальных знаний, полученных в области математических и естественных наук, и использование их в профессиональной деятельности	Отсутствие знаний по анализу и применению фундаментальных знаний, полученных в области математических и естественных наук. Использование их в профессиональной деятельности.

	<p>ИОПК-1.2. Демонстрирует навыки выполнения стандартных действий, решения типовых задач с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых математических и естественнонаучных дисциплин.</p>	<p>ОП-1.2.1. Обучающийся сможет выполнять стандартные действия, при решении типовых задач с учетом основных понятий и общих закономерностей базовых математических и естественнонаучных дисциплин.</p>	<p>Сформированы систематические знания и способность выполнять стандартные действия, при решении типовых задач с учетом основных понятий и общих закономерностей базовых математических и естественнонаучных дисциплин.</p>	<p>Сформированы, но содержащие отдельные пробелы выполнять стандартные действия, при решении типовых задач с учетом основных понятий и общих закономерностей базовых математических и естественнонаучных дисциплин</p>	<p>Фрагментарные знания по выполнению стандартных действий, при решении типовых задач с учетом основных понятий и общих закономерностей базовых математических и естественнонаучных дисциплин</p>	<p>Отсутствуют знания по выполнению стандартных действий, при решении типовых задач с учетом основных понятий и общих закономерностей базовых математических и естественнонаучных дисциплин</p>
--	---	--	---	--	---	---

	<p>ИОПК-1.3. Демонстрирует навыки использования основных понятий, фактов, концепций, принципов математики, информатики и естественных наук для решения практических задач, связанных с прикладной математикой и информатикой.</p>	<p>ОП-1.3.1. Обучающийся сможет использовать основные понятия, факты, концепции, принципы математики, информатики и естественных наук для решения практических задач, связанных с прикладной математикой и информатикой.</p>	<p>Сформированы систематические знания по использованию основных понятий, фактов, концепций, принципов математики, информатики и естественных наук для решения практических задач, связанных с прикладной математикой и информатикой.</p>	<p>Сформированы , но содержащие отдельные пробелы в знаниях по использованию основных понятий, фактов, концепций, принципов математики, информатики и естественных наук для решения практических задач.</p>	<p>Фрагментарны е знания по использованию основных понятий, фактов, концепций, принципов математики, информатики и естественных наук для решения практических задач, связанных с прикладной математикой и информатикой.</p>	<p>Отсутствуют знания по использованию основных понятий, фактов, концепций, принципов математики, информатики и естественных наук для решения практических задач, связанных с прикладной математикой и информатикой.</p>
--	---	--	---	---	---	--

	<p>ИОПК-1.4. Демонстрирует понимание и навыки применения на практике математических моделей и компьютерных технологий для решения практических задач, возникающих в профессиональной деятельности.</p>	<p>ОП-1.4.1. Обучающийся умеет понимать и применять на практике математические модели и компьютерные технологии для решения практических задач, возникающих в профессиональной деятельности.</p>	<p>Сформированы систематические знания по применению на практике математических моделей и компьютерных технологий для решения практических задач, возникающих в профессиональной деятельности.</p>	<p>Сформированы, но содержащие отдельные пробелы в знаниях по применению на практике математических моделей и компьютерных технологий для решения практических задач, возникающих в профессиональной деятельности.</p>	<p>Фрагментарные знания по применению на практике математических моделей и компьютерных технологий для решения практических задач, возникающих в профессиональной деятельности.</p>	<p>Отсутствуют знания по применению на практике математических моделей и компьютерных технологий для решения практических задач, возникающих в профессиональной деятельности..</p>
--	--	--	--	--	---	--

<p>ОПК-2 – Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач.</p>	<p>ИОПК-2.3. Демонстрирует умение отбора среди существующих математических методов, наиболее подходящих для решения конкретной прикладной задачи.</p>	<p>ОР-2.3.1. Обучающийся умеет отбирать среди существующих математических методов, наиболее подходящих для решения конкретной прикладной задачи, адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач</p>	<p>Сформированы систематические знания по отбору среди существующих математических методов, наиболее подходящих для решения конкретной прикладной задачи, адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач.</p>	<p>Сформированы , но содержащие отдельные пробелы в знаниях по отбору среди существующих математических методов, наиболее подходящих для решения конкретной прикладной задачи, адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач..</p>	<p>Фрагментарны е знания по отбору среди существующих математических методов, наиболее подходящих для решения конкретной прикладной задачи, адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач..</p>	<p>Отсутствуют знания по отбору среди существующих математических методов, наиболее подходящих для решения конкретной прикладной задачи, адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач...</p>
--	---	---	---	---	--	--

<p>ОПК-3 – Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности.</p>	<p>ИОПК-3.1. Демонстрирует навыки применения современного математического аппарата для построения адекватных математических моделей реальных процессов, объектов и систем в своей предметной области.</p>	<p>ОР-3.1.1. Обучающийся умеет применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности.</p>	<p>Сформированы систематические знания по применению современного математического аппарата для построения адекватных математических моделей реальных процессов, объектов и систем в своей предметной области.</p>	<p>Сформированы , но содержащие отдельные пробелы в знаниях по применению современного математического аппарата для построения адекватных математических моделей реальных процессов, объектов и систем в своей предметной области.</p>	<p>Фрагментарны е знания по применению современного математического аппарата для построения адекватных математических моделей реальных процессов, объектов и систем в своей предметной области.</p>	<p>Отсутствуют знания по применению на современном математического аппарата для построения адекватных математических моделей реальных процессов, объектов и систем в своей предметной области...</p>
---	---	--	---	--	---	--



	<p>ИОПК-3.2. Демонстрирует умение собирать и обрабатывать статистические, экспериментальные, теоретические и т.п. данные для построения математических моделей, расчетов и конкретных практических выводов.</p>	<p>ОР-3.2.1. Обучающийся умеет собирать и обрабатывать статистические, экспериментальные, теоретические и т.п. данные для построения математических моделей, расчетов и конкретных практических выводов.</p>	<p>Сформированы систематические знания по сбору и обработке статистических, экспериментальных, теоретических и т.п. данных для построения математических моделей, расчетов и конкретных практических выводов.</p>	<p>Сформированы, но содержащие отдельные пробелы в знаниях по сбору и обработке статистических, экспериментальных, теоретических и т.п. данных для построения математических моделей, расчетов и конкретных практических выводов.</p>	<p>Фрагментарные знания по сбору и обработке статистических, экспериментальных, теоретических и т.п. данных для построения математических моделей, расчетов и конкретных практических выводов.</p>	<p>Отсутствуют знания по сбору и обработке статистических, экспериментальных, теоретических и т.п. данных для построения математических моделей, расчетов и конкретных практических выводов.</p>
	<p>ИОПК-3.3. Демонстрирует способность критически переосмысливать накопленный опыт, модифицировать при необходимости вид и характер разрабатываемой математической модели.</p>	<p>ОР-3.3.1. Обучающийся умеет критически переосмысливать накопленный опыт, модифицировать при необходимости вид и характер разрабатываемой математической модели.</p>	<p>Сформированы систематические знания по умению модификации разрабатываемой математической модели.</p>	<p>Сформированы, но содержащие отдельные пробелы в умении модифицировать разрабатываемые математические модели.</p>	<p>Фрагментарные знания по умению модификации разрабатываемой математической модели.</p>	<p>Отсутствуют знания по умению модификации разрабатываемой математической модели.</p>

<p>ПК-1 – Способен осуществлять научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки как по отдельным разделам темы, так и при исследовании самостоятельных тем.</p>	<p>ИПК-1.1. Осуществляет проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований.</p>	<p>ОП-1.1.1. Обучающийся умеет проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований, осуществлять научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки как по отдельным разделам темы, так и при исследовании самостоятельных тем</p>	<p>Сформированы систематические знания по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований, осуществлять научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки как по отдельным разделам темы, так и при исследовании самостоятельных тем.</p>	<p>Сформированы, но содержащие отдельные пробелы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований, осуществлять научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки как по отдельным разделам темы, так и при исследовании самостоятельных тем.</p>	<p>Фрагментарные знания по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований, осуществлять научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки как по отдельным разделам темы, так и при исследовании самостоятельных тем..</p>	<p>Отсутствуют знания по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований, осуществлять научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки как по отдельным разделам темы, так и при исследовании самостоятельных тем..</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.	ОПК-1 (разделы 1-8)	ОР-3.3.1, ОР-3.2.1	вопросы, задания
2.	ОПК-2 (разделы 2-8)	ОР-3.2.1, ОР-3.1.1, ОР-3.2.1	вопросы, задания
3.	ОПК-3 (разделы 7-8)	ОР-3.2.3, ОР-3.2.1, ОР-2.2.1, ОР-1.2.1	вопросы, задания
4.	ПК-1 (разделы 7-8)	ОР-3.2.3, ОР-3.1.1, ОР-3.2.1, ОР-1.1.1	вопросы, 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

##### Список задач для проведения контрольной работы

- Доказать, что следующая система множеств является сигма алгеброй:
  - Тривиальная сигма-алгебра;
  - Сигма-алгебра, порожденная множеством;
  - Множество всех подмножеств (булеан).
- Найти мощность булеана, построенного на основе множества, состоящего из  $N$  элементов.
- Доказать мартингальность/субмартингальность следующих процессов:
  - $Y(n)=X(1)+\dots+X(n)$ , где  $\{X(i)\}$  – последовательность независимых одинаково распределенных случайных величин с нулевым средним;
  - $Y(n)=X(1)*\dots*X(n)$  где  $\{X(i)\}$  – последовательность независимых одинаково распределенных случайных величин с математическим ожиданием равным единице;
  - $Y(n)=X(1)+\dots+X(n)$  где  $\{X(i)\}$  – последовательность независимых положительно определенных случайных величин с существующим первым моментом.
- Используя неравенство Чебышева обосновать правило трех сигм для случайной величины с существующим вторым моментом.
- Получить верхнюю границу для ковариации двух случайных величин, используя неравенство Коши-Буняковского.
- Найти математическое ожидание, дисперсию и ковариацию процесса скользящего среднего порядка  $q$ .
- Получить представление процесса авторегрессии первого порядка  $AR(1)$  через его шум.
- Найти дисперсию процесса  $AR(1)$ .
- Получить оценки МНК и ММП для параметра гауссовского процесса  $AR(1)$ .
- Получить МНК-оценку для  $ARCH(1)$  процесса.

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

##### Примерный перечень теоретических вопросов:

- Эконометрические модели
- Модели Крамера-Лундберга

3. Модели финансовой математики
4. Модели (B,S) рынка
5. Модели финансовой математики для распределений с тяжелыми хвостами
6. Задачи финансовой математики для распределений с тяжелыми хвостами
7. Винеровский процесс
8. Функционалы от винеровского процесса
9. Доказательство оптимальности в среднеквадратическом смысле условного математического ожидания как одношагового прогноза
10. Прогнозирование динамических систем

### **Примерный перечень экзаменационных билетов:**

#### **Экзаменационный билет № 1**

1. Эконометрические модели
2. Распределений с тяжелыми хвостами
3. Найти мощность булеана, построенного на основе множества, состоящего из N элементов.

#### **Экзаменационный билет № 2**

1. Модели Крамера-Лундберга
2. Функционалы от винеровского процесса
3. Получить верхнюю границу для ковариации двух случайных величин, используя неравенство Коши-Буняковского.

#### **Экзаменационный билет № 3**

1. Модели финансовой математики
2. Доказательство оптимальности в среднеквадратическом смысле условного математического ожидания как одношагового прогноза
3. Получить представление процесса авторегрессии первого порядка AR(1) через его шум

#### **Экзаменационный билет № 4**

1. Модели (B,S) рынка
2. Задачи финансовой математики для распределений с тяжелыми хвостами
3. Найти дисперсию процесса AR(1).

#### **Экзаменационный билет № 5**

1. Эконометрические модели
2. Распределений с тяжелыми хвостами
3. Найти математическое ожидание, дисперсию и ковариацию процесса скользящего среднего порядка q.

#### **Экзаменационный билет № 6**

1. Модели Крамера-Лундберга
2. Функционалы от винеровского процесса
3. Доказать мартингальность/субмартингальность следующих процессов:
  - a.  $Y(n)=X(1)+\dots+X(n)$ , где  $\{X(i)\}$  – последовательность независимых одинаково распределенных случайных величин с нулевым средним;
  - b.  $Y(n)=X(1)*\dots*X(n)$  где  $\{X(i)\}$  – последовательность независимых одинаково распределенных случайных величин с математическим ожиданием равным единице;
  - c.  $Y(n)=X(1)+\dots+X(n)$  где  $\{X(i)\}$  – последовательность независимых положительно определенных случайных величин с существующим первым моментом.

### Экзаменационный билет № 7

1. Модели финансовой математики
2. Доказательство оптимальности в среднеквадратическом смысле условного математического ожидания как одношагового прогноза
3. Используя неравенство Чебышева, обосновать правило трех сигм для случайной величины с существующим вторым моментом.

### Экзаменационный билет № 8

1. Модели (B,S) рынка
2. Задачи финансовой математики для распределений с тяжелыми хвостами
3. Найти мощность булеана, построенного на основе множества, состоящего из  $N$  элементов.

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

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

Основой для оценки текущего контроля успеваемости являются результаты выполнения контрольной работы, проводимой один раз в семестр. Задания формулируются по билетам, содержащим один теоретический вопрос (п. 3.2) и две задачи (п. 3.1), призванных оценить усвоение материала на практических занятиях.

Оценка «Отлично» ставится, если студент ответил правильно на все три вопроса билета.

Оценка «Хорошо» - студент ответил правильно на два вопроса билета.

Оценка «Удовлетворительно» - студент ответил правильно на один вопрос билета

Оценка «Неудовлетворительно» – студента ответил неправильно на все вопросы билета.

### **4.2. Методические материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине.**

Критерии оценивания результатов промежуточной аттестации. Задания формулируются по вопросам и билетам п.3.2.

Оценка «Отлично» ставится, если студент ответил правильно на все три вопроса билета.

Оценка «Хорошо» - студент ответил правильно на два вопроса билета.

Оценка «Удовлетворительно» – студент ответил правильно на один вопрос билета

Оценка «Неудовлетворительно» – студента ответил неправильно на все вопросы билета.