

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

« 10 » \_\_\_\_\_ 2023 г.



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

**Непараметрические методы анализа данных**

по направлению подготовки

**01.03.02 Прикладная математика и информатика**

Направленность (профиль) подготовки:

**Математические методы в цифровой экономике**

ОС составил:

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



Г.М. Кошкин

Рецензент:

д-р техн. наук, профессор,  
профессор кафедры прикладной математики



В.И. Смагин

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 может подбирать и обрабатывать информацию относительно выбранной темы исследования	Сформированные систематические умения подбора и обработки информации	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы умения подбора и обработки информации	Фрагментарные умения подбора и обработки информации	Отсутствие умений подбора и обработки информации
		ОР-1.1.2. Обучающийся может стилистически корректно выбирать формы написания текстов в зависимости от прагматических целей	Сформированные систематические умения корректно выбирать формы написания текстов в зависимости от прагматических целей	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы умения корректно выбирать формы написания текстов в зависимости от прагматических целей	Фрагментарные умения корректно выбирать формы написания текстов в зависимости от прагматических целей	Отсутствие умений корректно выбирать формы написания текстов в зависимости от прагматических целей

		<p>ОР-1.1.3. Обучающийся может создавать и редактировать профессионально-ориентированные тексты различной жанровой принадлежности, включая научный, научно-популярный, научно-деловой, публицистический стили</p>	<p>Сформированные систематические умения создавать и редактировать профессионально-ориентированные тексты</p>	<p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы умения создавать и редактировать профессионально-ориентированные тексты</p>	<p>Фрагментарные умения создавать и редактировать профессионально-ориентированные тексты</p>	<p>Отсутствие умений создавать и редактировать профессионально-ориентированные тексты</p>
	<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>ОР-1.2.1. Обучающийся может выполнять стандартные действия для решения типовых задач в рамках базовых математических и естественнонаучных дисциплин.</p>	<p>Сформированные систематические умения выполнять стандартные действия для решения типовых задач в рамках базовых математических и естественнонаучных дисциплин</p>	<p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы умения выполнять стандартные действия для решения типовых задач в рамках базовых математических и естественнонаучных дисциплин</p>	<p>Фрагментарные умения выполнять стандартные действия для решения типовых задач в рамках базовых математических и естественнонаучных дисциплин</p>	<p>Отсутствие умений выполнять стандартные действия для решения типовых задач в рамках базовых математических и естественнонаучных дисциплин</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 может отобрать среди существующих математических методов наиболее подходящие для решения конкретной прикладной задачи</p>	<p>Сформированные систематические умения отбора среди существующих математических методов, наиболее подходящих для решения конкретной прикладной задачи.</p>	<p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы умения отбора среди существующих математических методов, наиболее подходящих для решения конкретной прикладной задачи.</p>	<p>Фрагментарные умения отбора среди существующих математических методов, наиболее подходящих для решения конкретной прикладной задачи.</p>	<p>Отсутствие умений отбора среди существующих математических методов, наиболее подходящих для решения конкретной прикладной задачи.</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 может применять современный математический аппарат для построения адекватных математических моделей реальных процессов</p>	<p>Сформированные систематические умения применять современный математический аппарат для построения адекватных математических моделей реальных процессов</p>	<p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы умения применять современный математический аппарат для построения адекватных математических моделей реальных процессов</p>	<p>Фрагментарные умения применять современный математический аппарат для построения адекватных математических моделей реальных процессов</p>	<p>Отсутствие умений применять современный математический аппарат для построения адекватных математических моделей реальных процессов</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.	ОР-3.2.1. Обучающийся может обрабатывать статистические и экспериментальные данные для построения математических моделей	Сформированные систематические умения обрабатывать статистические и экспериментальные данные для построения математических моделей	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы умения обрабатывать статистические и экспериментальные данные для построения математических моделей	Фрагментарные умения обрабатывать статистические и экспериментальные данные для построения математических моделей	Отсутствие умений обрабатывать статистические и экспериментальные данные для построения математических моделей
ОПК-4. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.	ИОПК-4.3. Использует современные информационные технологии на всех этапах решения задач профессиональной деятельности.	ОР-4.3.1. Обучающийся может использовать современные информационные технологии на всех этапах решения задач профессиональной деятельности	Сформированные систематические умения использовать современные информационные технологии	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы умения использовать современные информационные технологии	Фрагментарные умения использовать современные информационные технологии	Отсутствие умений использовать современные информационные технологии

<p>ПК-1. Осуществляет проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований.</p>	<p>ИПК – 1.1. Осуществляет проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований.</p>	<p>ОР-ПК1.1.1. Обучающийся может проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований.</p>	<p>Сформированные систематические умения проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований.</p>	<p>Сформированные, но содержащие пробелы умения проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований.</p>	<p>Фрагментарные умения проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований.</p>	<p>Отсутствие умений проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований.</p>
<p>ПК-2. Способен формализовать и алгоритмизировать поставленную задачу, написать программный код, а также верифицировать работоспособность программного обеспечения и исправить дефекты.</p>	<p>ИПК-2.2. Собирает и обрабатывает аналитическую информацию для анализа и оценки рисков.</p>	<p>ОР-ПК2.2.1. Обучающийся умеет собирать и обрабатывать аналитическую информацию для анализа и оценки рисков.</p>	<p>Сформированные систематические умения собирать и обрабатывать аналитическую информацию для анализа и оценки рисков</p>	<p>Сформированные, но содержащие пробелы умения собирать и обрабатывать аналитическую информацию для анализа и оценки рисков</p>	<p>Фрагментарные умения собирать и обрабатывать аналитическую информацию для анализа и оценки рисков</p>	<p>Отсутствие умений собирать и обрабатывать аналитическую информацию для анализа и оценки рисков</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.	Введение. Общие вопросы	ОР-1.1.1. Подбирать и обрабатывать информацию относительно выбранной темы исследования; правильно цитировать и делать ссылки на используемые источники в письменных работах.	Задания, вопросы
2.	Непараметрическое оценивание функционалов распределений	ОР-1.1.1. Подбирать и обрабатывать информацию относительно выбранной темы исследования; правильно цитировать и делать ссылки на используемые источники в письменных работах.	Задания, вопросы, лабораторная работа
3.	Общие теоремы сходимости функций от статистик	ОР-1.1.1. Подбирать и обрабатывать информацию относительно выбранной темы исследования; правильно цитировать и делать ссылки на используемые источники в письменных работах. ОР-1.2.1. Обучающийся может выполнять стандартные действия для решения типовых задач в рамках базовых математических и естественнонаучных дисциплин	Задания, вопросы
4.	Ядерные оценки базовых функционалов по независимым выборкам	ОР-1.1.1. Подбирать и обрабатывать информацию относительно выбранной темы исследования; правильно цитировать и делать ссылки на используемые источники в письменных работах. ОР-2.1.1. Уметь проводить анализ деятельности организации с целью выявления рисков. ОР-2.3.1. Обучающийся может отобрать среди существующих математических методов наиболее подходящие для решения конкретной прикладной задачи	Задания, вопросы, лабораторная работа
5.	Идентификация производственных функций	ОР-3.1.1. Обучающийся может применять	Задания, вопросы, лабораторная работа



		современный математический аппарат для построения адекватных математических моделей реальных процессов ОР-ПК2.2.1. Обучающийся умеет собирать и обрабатывать аналитическую информацию для анализа и оценки рисков	
6.	Идентификация статистических характеристик по зависимым выборкам	ОР-1.1.1. Подбирать и обрабатывать информацию относительно выбранной темы исследования; правильно цитировать и делать ссылки на используемые источники в письменных работах. ОР-2.1.1. Уметь проводить анализ деятельности организации с целью выявления рисков. ОР-3.2.1. Обучающийся может обрабатывать статистические и экспериментальные данные для построения математических моделей	Задания, вопросы, лабораторная работа
7.	Непараметрические методы идентификации стохастических систем	ОР-1.1.2. Стилистически корректно выбирать формы написания текстов в зависимости от прагматических целей. ОР-1.1.3. Создавать и редактировать профессионально ориентированные тексты научного и научно-популярного стилей. ОР-4.3.1. Обучающийся может использовать современные информационные технологии на всех этапах решения задач профессиональной деятельности	Задания, вопросы, лабораторная работа
8.	Непараметрические методы управления для стохастических систем	ОР-1.1.2. Стилистически корректно выбирать формы написания текстов в зависимости от прагматических целей. ОР-1.1.3. Создавать и редактировать профессионально ориентированные тексты научного и научно-популярного стилей. ОР-ПК1.1.1. Обучающийся может проводить работы по	Задания, вопросы, лабораторная работа

		обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	
--	--	--	--

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

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

1. Актуальность развития методов условного непараметрического оценивания для стохастических систем.
2. Типы функционалов: интегральные, условные, характеристические, дополненные функционалы.
3. Непараметрическое оценивание функционалов распределений.
4. Параметрический и непараметрический подходы к оцениванию статистических характеристик.
5. Статистики как функционалы от эмпирических распределений.
6. Непараметрические ядерные оценки плотности распределения.
7. Улучшение скорости сходимости СКО. Улучшенные оценки полиномиальной схемы и локальной аппроксимации.
8. Непараметрическая идентификация двухфакторной производственной функции.
9. Рекуррентное оценивание функций от функционалов многомерной плотности.
10. Слабая зависимость и ядерные оценки функционалов. Оценивание функций от функционалов по наблюдениям сильного перемешивания.
11. Непараметрическая идентификация нелинейной авторегрессии и прогнозирование цен акций.
12. Применение оценок регрессии, функции чувствительности, остаточной дисперсии при идентификации стохастических систем.
13. Рекуррентный алгоритм обучения в задачах классификации.
14. Обнаружение детерминированного тренда на фоне аддитивной помехи.
15. Управление выходными параметрами объекта. Синтез алгоритмов управления.
16. Управление технологией конвертерного производства стали.
17. Непараметрические алгоритмы идентификации и управления для случайных процессов. Дискретно-аналоговые алгоритмы.

Вопросы из этого списка задаются в начале лекции для проверки усвоения материала предыдущих лекций и при проведении лабораторных работ. Также текущий контроль осуществляется путем проверки выполненных лабораторных работ.

№ п\п	Темы лабораторных занятий	Объем, час.
1.	Моделирование непараметрических оценок ядерного типа. Моделирование непараметрических оценок плотности и регрессии с использованием ядер Валле-Пуссена, Чебышева-Эрмита и тригонометрического ядра.	4
2.	Моделирование непараметрических алгоритмов идентификации двухфакторной производственной функции.	2
3.	Параметрический и непараметрический подходы в регрессионном анализе	2

	показателей инвестиционной деятельности.	
4.	Оценивание предельной продуктивности ресурсов и предельной нормы технического замещения факторов производства.	2
5.	Непараметрическая идентификация модели изменения реальных, взятых из открытого доступа Интернет, цен акций. Построение прогнозов цен акций на основе полученной модели, исследование точностных свойств алгоритмов.	4
6.	Моделирование алгоритмов управления технологией конвертерного производства стали	2
Всего часов		16

Контрольная работа проводится в письменной форме по билетам, составленным по пройденному материалу первых 4-х лекций.

Типовые билеты имеют следующий вид:

**Билет № 1**

1. Актуальность развития методов условного непараметрического оценивания для стохастических систем.

2. Статистики как функционалы от эмпирических распределений.

**Билет № 2**

1. Параметрический и непараметрический подходы к оцениванию статистических характеристик.

2. Непараметрические ядерные оценки плотности распределения.

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

Типовые экзаменационные билеты имеют следующий вид:

**Экзаменационный билет № 1**

1. Параметрический и непараметрический подходы к оцениванию статистических характеристик.

2. Непараметрическая идентификация нелинейной авторегрессии и прогнозирование цен акций.

**Экзаменационный билет № 2**

1. Статистики как функционалы от эмпирических распределений.

2. Рекуррентный алгоритм обучения в задачах классификации.

Примерный перечень теоретических вопросов

1. Актуальность развития методов условного непараметрического оценивания для стохастических систем.

2. Типы функционалов: интегральные, условные, характеризационные, дополненные функционалы.

3. Непараметрическое оценивание функционалов распределений.

4. Параметрический и непараметрический подходы к оцениванию статистических характеристик.

5. Эмпирическая функция распределения, её свойства.

6. Статистики как функционалы от эмпирических распределений.

7. Непараметрические ядерные оценки плотности распределения.

8. Сходимость по распределению первых моментов функций статистик.

9. Среднеквадратическая сходимость оценки подстановки.

10. Моменты отклонений оценки подстановки, её смещение, дисперсия и СКО.

11. Построение оценок базовых функционалов и их производных.

12. Сходимость в среднеквадратическом оценок базовых функционалов и их производных.
13. Улучшение скорости сходимости СКО. Улучшенные оценки полиномиальной схемы и локальной аппроксимации.
14. Теоретическое сравнение оценок: асимптотическая относительная эффективность.
15. Сходимость по распределению оценок базовых функционалов и их производных.
16. Непараметрическая идентификация двухфакторной производственной функции.
17. Параметрический и непараметрический подходы в регрессионном анализе показателей инвестиционной деятельности.
18. Рекуррентное оценивание функций от функционалов многомерной плотности.
19. Рекуррентная идентификация двухфакторной производственной функции и ее характеристик. Сравнение рекуррентных и обычных оценок.
20. Слабая зависимость. Соотношения между различными коэффициентами слабой зависимости. Примеры последовательностей с перемешиванием.
21. Слабая зависимость и ядерные оценки функционалов. Оценивание функций от функционалов по наблюдениям сильного перемешивания.
22. Непараметрическая идентификация нелинейной авторегрессии и прогнозирование цен акций.
23. Применение оценок регрессии, функции чувствительности, остаточной дисперсии при идентификации стохастических систем.
24. Регрессионная модель. Идентификация в широком смысле.
25. Рекуррентный алгоритм обучения в задачах классификации.
26. Обнаружение детерминированного тренда на фоне аддитивной помехи.
27. Управление выходными параметрами объекта. Синтез алгоритмов управления.
28. Управление технологией конвертерного производства стали.
29. Непараметрические алгоритмы идентификации и управления для случайных процессов. Дискретно-аналоговые алгоритмы.

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

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

Результаты ответов на вопросы контрольной работы оцениваются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Не ответил ни на один из основных вопросов.	Ответил на один из основных вопросов.	Ответил на оба вопроса, содержащихся в билете, но с замечаниями.	Правильно ответил на оба вопроса.

Лабораторная работа считается зачтенной, если:

- продемонстрирована работа программного продукта с представлением результатов (таблицы, графики и т.п.);
- даны верные ответы на заданные теоретические вопросы из п. 3.1.

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

Экзамен в восьмом семестре проводится в письменной форме по билетам. Продолжительность экзамена 1,5 часа. Студент допускается к экзамену, если им выполнены все лабораторные работы.

Результаты ответов на вопросы экзамена оцениваются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Не ответил ни на один из основных вопросов.	Ответил на один из основных вопросов и на один - два из трех дополнительных вопросов.	Ответил на оба вопроса, содержащихся в экзаменационном билете, и на дополнительные вопросы, но с замечаниями.	Уверенно и правильно ответил на все основные и дополнительные вопросы.