

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ

ОДОБРЕНО НТС ЛАПЛАЗ

Протокол № 3

от 30.08.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ХАОТИЧЕСКИХ ВРЕМЕННЫХ  
ПРОЦЕССОВ**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 01.04.02 Прикладная математика и  
информатика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
2	3	108	15	15	0	42	0	Э
Итого	3	108	15	15	0	42	0	

## АННОТАЦИЯ

В курсе рассматриваются основные сведения о постановках и методах решения различных задач обработки данных хаотических временных процессов: информация и информационная матрица Фишера; метод максимального правдоподобия; учет априорной информации с помощью метода Байеса и обобщенного метода максимального правдоподобия. Рассматриваются линейные и нелинейные вероятностные регрессионные модели и методы учета априорной экспертной информации в линейных вероятностных регрессионных моделях. Исследуются стационарные и нестационарные временные процессы и их характеристики. Рассматриваются методы прогнозирования детерминированных и хаотических временных процессов с помощью моделей авторегрессии и метрического анализа.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- в области обучения дать базовый объём знаний по используемым в обработке данных математическим методам, в том числе при постановке и решении задач, с помощью технологий, основанных на математическом моделировании и подготовить магистра для успешной работы в сфере профессиональной деятельности, развить универсальную информационную компетентность, способствующую его социальной мобильности и устойчивости на рынке труда.

- в области воспитания личности сформировать такие социально-личностные качества, как целеустремленность, организованность, трудолюбие, ответственности за конечный результат своей профессиональной деятельности в области информационно-коммуникационных технологий, способности самостоятельно приобретать и применять новые знания и умения.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Учебная дисциплина относится к дисциплинам вариативной части математического цикла.

Курс является составной частью для применения математических методов при обработке данных. В логической последовательности дисциплин, формируемых инструментальную информационную компетентность, это дисциплина, на которую опираются последующие дисциплины.

Уровень сложности теоретических и практических заданий полностью соответствует требованиям государственного образовательного стандарта.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

ОПК-1 [1] – Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	<p>З-ОПК-1 [1] – Знать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики, методы математического моделирования.</p> <p>У-ОПК-1 [1] – Уметь использовать методы математического моделирования для решения задач фундаментальной и прикладной математики.</p> <p>В-ОПК-1 [1] – Владеть методами математического моделирования и основами их использования</p>
ОПК-2 [1] – Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач	<p>З-ОПК-2 [1] – Знать основные понятия, математические методы решения прикладных задач, принципы математического моделирования и методы верификации.</p> <p>У-ОПК-2 [1] – Уметь применять полученную теоретическую базу для решения практических задач</p> <p>В-ОПК-2 [1] – Владеть основными математическими методами решения прикладных задач</p>
ОПК-3 [1] – Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	<p>З-ОПК-3 [1] – Знать основные методы и принципы математического моделирования, методы построения математических моделей типовых профессиональных задач, способы нахождения решений математических моделей и содержательной интерпретации полученных результатов.</p> <p>У-ОПК-3 [1] – Уметь составлять математические модели типовых профессиональных задач, находить способы их решения и профессионально интерпретировать смысл полученного результата.</p> <p>В-ОПК-3 [1] – Владеть методами построения математических моделей типовых профессиональных задач, способами нахождения решений математических моделей и содержательной интерпретации полученных результатов</p>

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

<b>Задача профессиональной деятельности (ЗПД)</b>	<b>Объект или область знания</b>	<b>Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции</b>
научно-исследовательский			
построение математических моделей и исследование их аналитическими методами, разработка алгоритмов, методов, программного обеспечения,	математическое моделирование; математическая физика; обратные и некорректно поставленные задачи, численные методы; теория	ПК-1 [1] - способен проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в	З-ПК-1[1] - Знать основные методы и принципы научных исследований, математического моделирования, основные проблемы профессиональной

<p>инструментальных средств по тематике проводимых научно-исследовательских проектов; исследование систем методами математического прогнозирования и системного анализа</p>	<p>вероятностей и математическая статистика; дискретная математика; нелинейная динамика; математические модели сложных систем ( теория, алгоритмы, приложения); программная инженерия; прикладные интернет-технологии; системное и прикладное программное обеспечение; информационные системы и их исследование методами математического прогнозирования и системного анализа; математическое и информационное обеспечение экономической деятельности; математические методы и программное обеспечение защиты информации; математическое и программное обеспечение компьютерных сетей; алгоритмы, библиотеки и пакеты программ, продукты системного и прикладного программного обеспечения;</p>	<p>составе научного коллектива</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.001, 06.017</p>	<p>области, требующие использования современных научных методов исследования. ; У-ПК-1[1] - Уметь ставить и решать прикладные исследовательские задачи; оценивать результаты исследований; формулировать результаты проведенного исследования в виде конкретных рекомендаций, проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива. ; В-ПК-1[1] - Владеть навыками выбора и использования математических средств научных исследований, методами анализа и синтеза научной информации.</p>
---	---	---	---

	системное и прикладное программное обеспечение		
Создание математических методов и алгоритмов, их реализация в виде программных комплексов для сбора, анализа и обработки данных.	Данные, описывающие различные физические, технологические, экономические и др. процессы.	ПК-4.1 [1] - способен проводить обработку и интеллектуальный анализ данных с использованием математического аппарата и современных цифровых  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.042	З-ПК-4.1[1] - Знать математические подходы и алгоритмы анализа данных; У-ПК-4.1[1] - Уметь строить математические модели для анализа данных; В-ПК-4.1[1] - Владеть навыками обработки и анализа данных
	проектный		
проектирование элементов сверхбольших интегральных схем, моделирование оптических или квантовых элементов и разработка математического обеспечения для компьютеров нового поколения; формирование целей проекта, формирование критериев и показателей достижения целей, построение структуры их взаимосвязей; применение математических методов исследования информационных и имитационных моделей по тематике выполняемых прикладных научно-исследовательских или опытно-конструкторских работ;	математическое моделирование; математическая физика; обратные и некорректно поставленные задачи, численные методы; теория вероятностей и математическая статистика; дискретная математика; нелинейная динамика; математические модели сложных систем ( теория, алгоритмы, приложения); программная инженерия; прикладные интернет-технологии; системное и прикладное программное обеспечение; информационные системы и их исследование методами	ПК-5 [1] - способен четко формулировать цели и задачи научно-прикладных проектов, разрабатывать концептуальные и теоретические модели решаемых задач  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.008, 40.033	З-ПК-5[1] - Знать основные цели и задачи научно-прикладных проектов, разрабатывать концептуальные и теоретические модели решаемых задач. ; У-ПК-5[1] - Уметь четко формулировать цели и задачи научно-прикладных проектов, разрабатывать концептуальные и теоретические модели решаемых задач; В-ПК-5[1] - Владеть навыками разработки теоретических моделей решаемых задач.

	математического прогнозирования и системного анализа; математические модели и методы в проектировании сверхбольших интегральных схем		
	педагогический		
преподавание учебных дисциплин с применением современных методик и методов электронного обучения; консультирование по выполнению курсовых и выпускных квалификационных работ обучающихся в образовательных организациях высшего образования и профессиональных образовательных организациях в области прикладной математики и информационных технологий	средства, технологии, ресурсы и сервисы электронного обучения и мобильного обучения, прикладные интернет-технологии	ПК-9 [1] - способен использовать современные информационные технологии в образовательной деятельности  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 01.001, 01.003	З-ПК-9[1] - Знать основные цели и задачи, особенности содержания и организации педагогического процесса. ; У-ПК-9[1] - Уметь использовать современные информационные технологии в образовательной деятельности.; В-ПК-9[1] - Владеть навыками использования современных информационных технологий в образовательной деятельности.
проведение семинарских и практических занятий по общематематическим дисциплинам и информатике, а также лекционных занятий спецкурсов, посвященных высокопроизводительным вычислениям и технологиям параллельного программирования, в образовательных организациях высшего образования и профессиональных образовательных организациях; разработка учебно-методических	средства, технологии, ресурсы и сервисы электронного обучения и мобильного обучения, прикладные интернет-технологии	ПК-10 [1] - способен осуществлять подготовку и переподготовку кадров в области прикладной математики и информационных технологий  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 01.001, 01.003	З-ПК-10[1] - Знать основные цели и задачи, особенности содержания и организации педагогического процесса на основе компетентностного подхода; психологические особенности обучающихся; современные технологии диагностики и оценивания качества образовательного процесса; особенности

<p>материалов по тематике прикладной математики и информатики; преподавание факультативных дисциплин в области прикладной математики и информатики</p>			<p>педагогического взаимодействия в условиях изменяющегося образовательного пространства. ; У-ПК-10[1] - Уметь организовывать образовательно-воспитательный процесс в изменяющихся социокультурных условиях; применять психолого-педагогические знания в разных видах образовательной деятельности.; В-ПК-10[1] - Владеть навыками организации педагогического процесса для подготовки и переподготовки кадров в области прикладной математики и информационных технологий</p>
--	--	--	--

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>2 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	8/8/0		25	КИ-8	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-

							ОПК-1, 3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, 3-ПК-4.1, У-ПК-4.1, В-
--	--	--	--	--	--	--	---



							ПК-4.1
2	Второй раздел	9-15	7/7/0		25	КИ-15	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-9, У-

							ПК-9, В- ПК-9, 3-ПК- 4.1, У- ПК- 4.1, В- ПК- 4.1
	<i>Итого за 2 Семестр</i>		15/15/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 2 Семестр</b>				50	Э	3- ОПК- 1, У- ОПК- 1, В- ОПК- 1, 3- ОПК- 2, У- ОПК- 2, В- ОПК- 2, 3- ОПК- 3, У- ОПК- 3, В- ОПК- 3, 3-ПК- 1, У- ПК-1, В- ПК-1, 3-ПК- 10, У- ПК- 10, В- ПК-

							10, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, 3-ПК-4.1, У-ПК-4.1, В-ПК-4.1
--	--	--	--	--	--	--	---

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>2 Семестр</i>	15	15	0
<b>1-8</b>	<b>Первый раздел</b>	8	8	0
1 - 4	<b>Тема 1. Учет априорной экспертной информации в задачах идентификации</b> Рассматриваются методы параметрической статистики, неравенства Крамера-Рао, метод максимального правдоподобия (ММП). Свойства ММП-оценок. Даются примеры оценивания параметров. Рассматриваются свойства ММП-оценок. Метод Байеса. Примеры. Учет априорной информации с помощью Обобщенного метода максимального правдоподобия (ОММП). Свойства ОММП-оценок. Примеры.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 8	<b>Тема 2. Вероятностные регрессионные модели</b> Классическая схема метода наименьших квадратов (МНК).	Всего аудиторных часов		
		4	4	0

	Обобщения МНК и их свойства. Робастное оценивание в линейных вероятностных моделях. Учет априорной экспертной информации в линейных вероятностных регрессионных моделях. Линейные прогнозные модели хаотических временных процессов.	Онлайн		
		0	0	0
<b>9-15</b>	<b>Второй раздел</b>	7	7	0
9 - 12	<b>Тема 3. Анализ хаотических временных процессов</b> Стационарные временные процессы и их характеристики. Анализ стационарных временных процессов. Нестационарные временные процессы и их характеристики. Анализ нестационарных временных процессов.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
13 - 15	<b>Тема 4. Методы прогнозирования хаотических временных процессов</b> Методы прогнозирования временных процессов с помощью линейных вероятностных авто регрессионных моделей. Прогнозирование детерминированных и хаотических временных процессов с помощью метрического анализа.	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы дисциплины используются различные образовательные технологии – во время аудиторных занятий (32 часа) занятия проводятся в форме продвинутых лекций и практических (семинарских) занятий.

Для контроля усвоения студентом разделов данного курса широко используются активные формы, ответы на которые позволяют судить об усвоении студентом данного курса. Самостоятельная работа студентов (24 часа) подразумевает под собой проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы. Используются активные и интерактивные формы проведения занятий: семинары в диалоговом режиме; разбор конкретных ситуаций; публичные доклады с презентациями и их обсуждение в студенческой группе, различные виды групповых дискуссий; электронное тестирование знаний, умений и навыков. Основной формой проведения семинарских занятий является научно-практический семинар, в рамках которого студенты пишут рефераты, на базе лучших из которых готовят

материалы для публикаций на Международных научных и научно - практических конференциях, а также в научных периодических журналах.

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ОПК-1	З-ОПК-1	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ОПК-1	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ОПК-1	Э, КИ-8, КИ-15
ОПК-2	З-ОПК-2	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ОПК-2	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ОПК-2	Э, КИ-8, КИ-15
ОПК-3	З-ОПК-3	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ОПК-3	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ОПК-3	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-1	З-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-10	З-ПК-10	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-10	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-10	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-5	З-ПК-5	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-5	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-5	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-9	З-ПК-9	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-9	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-9	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-4.1	З-ПК-4.1	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-4.1	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-4.1	Э, КИ-8, КИ-15

### Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется

			студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	В	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		С	
70-74		Д	
65-69	3 – «удовлетворительно»	Е	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	Ф	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ А22 Advances in Data Mining. Applications and Theoretical Aspects : 16th Industrial Conference, ICDM 2016, New York, NY, USA, July 13-17, 2016. Proceedings, Cham: Springer International Publishing, 2016
2. ЭИ С91 Cryogenic Engineering : , New York, NY: Springer New York,, 2007
3. ЭИ Р 58 R в действии. Анализ и визуализация данных в программе R : , Москва: ДМК Пресс, 2014
4. ЭИ К 85 Математические методы обработки неопределенных данных : учебное пособие, Москва: Физматлит, 2006
5. ЭИ К 85 Метрический анализ и обработка данных : , Москва: Физматлит, 2012

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 519 Б79 Методы обработки многомерных данных и временных рядов : учебное пособие, Москва: Горячая линия-Телеком, 2014

## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

## LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

Курс состоит из лекций и практических занятий. Лекционный курс позволяет дать базовой объем знаний по используемым методам и моделям временных рядов, многофакторным регрессионным моделям, по проблемам анализа и прогнозирования процессов и методам оценки показателей их точности и статистической надежности.

На практических занятиях у студентов вырабатываются умения решать задачи анализа и прогноза эконометрических процессов и овладение методами моделирования и оценки параметров и структуры эконометрических процессов.

## **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

Курс состоит из лекций и практических занятий. Лекционный курс позволяет дать базовой объем знаний по используемым методам и моделям временных рядов, многофакторным регрессионным моделям, по проблемам анализа и прогнозирования процессов и методам оценки показателей их точности и статистической надежности.

На практических занятиях обратить внимание на выработку у студентов умения решать задачи анализа и прогноза эконометрических процессов и овладение методами моделирования и оценки параметров и структуры эконометрических процессов.

Автор(ы):

Крянев Александр Витальевич, д.ф.-м.н., профессор

