

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Забайкальский государственный университет»  
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Энергетический факультет  
Кафедра Прикладной информатики и математики

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

Энергетический факультет

Батухтин Андрей  
Геннадьевич

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_  
г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.О.12 Анализ временных рядов  
на 144 часа(ов), 4 зачетных(ые) единиц(ы)  
для направления подготовки (специальности) 09.04.01 - Информатика и вычислительная  
техника

составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным приказом  
Министерства образования и науки Российской Федерации от  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г. №\_\_\_\_\_

Профиль – Искусственный интеллект в автоматизированных системах обработки  
информации и управления (для набора 2022)  
Форма обучения: Очная

# 1. Организационно-методический раздел

## 1.1 Цели и задачи дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины:

изучение теоретических основ искусственного интеллекта и проектирования систем, основанных на знаниях областей использования интеллектуальных систем, их возможностей и ограничений; углубленное изучение теории и практики методов и средств представления и обработки знаний в системах искусственного интеллекта.

Задачи изучения дисциплины:

Задачи изучения дисциплины: • освоение базовых знаний в области искусственного интеллекта и проектирования систем, основанных на знаниях; • приобретение теоретических знаний в части представления и обработки знаний в практически значимых предметных областях; • проведение собственных теоретических и экспериментальных исследований в области искусственного интеллекта и проектирования прикладных интеллектуальных систем; • приобретение навыков работы с инструментальными средствами представления и обработки знаний, а также с прикладными интеллектуальными системами в Интернет.

## 1.2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП

Дисциплина входит в блок Б1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы магистратуры по направлению 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника». Изучение дисциплины предполагает предварительное освоение следующей дисциплины учебного плана: • Разработка нейросетевых систем. Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее для следующей дисциплины образовательной программы: • Научно-исследовательская работа. • Подготовка и защита ВКР. Освоение учебной дисциплины связано с формированием компетенций с учетом матрицы компетенций ОПОП для направления (уровень магистратуры): 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника».

## 1.3. Объем дисциплины (модуля) с указанием трудоемкости всех видов учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы), 144 часов.

Виды занятий	Семестр 3	Всего часов
Общая трудоемкость		144
Аудиторные занятия, в т.ч.	51	51
Лекционные (ЛК)	17	17
Практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	0	0

Лабораторные (ЛР)	34	34
Самостоятельная работа студентов (СРС)	57	57
Форма промежуточной аттестации в семестре	Экзамен	36
Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП)		

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы		Планируемые результаты обучения по дисциплине
Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции, формируемые в рамках дисциплины	Дескрипторы: знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности
ОПК-1	<p>ОПК-1.1. Знать математические, естественнонаучные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности</p> <p>ОПК-1.2. Уметь решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний</p>	<p>Знать: - фундаментальные основы инженерных дисциплин, связанных с решением задач профессиональной области;</p> <p>- способы решения типовых инженерных задач в профессиональной области</p> <p>Уметь: - приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения типовых и нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте</p>
ОПК-10	<p>ОПК-10.1. Адаптирует известные научные принципы и методы исследований с целью их практического применения</p> <p>ОПК-10.2. Решает профессиональные задачи на основе применения новых научных принципов и методов</p>	<p>Знать: - фундаментальные научные принципы и методы исследований</p> <p>Уметь: - адаптировать с целью практического применения фундаментальные и новые научные принципы, и методы исследований</p>

### 3. Содержание дисциплины

#### 3.1. Разделы дисциплины и виды занятий

##### 3.1 Структура дисциплины для очной формы обучения

Модуль	Номер раздела	Наименование раздела	Темы раздела	Всего часов	Аудиторные занятия			С Р С
					Л К	П З (С З)	Л Р	
1	1.1	Статистические модели нестационарных временных рядов (НВР)	Основные понятия и статистики нестационарных временных рядов (НВР) Выборочные оценки многомерных вероятностных распределений Модели экспоненциального сглаживания НВР Модели рационального спектра временных рядов	54	8	0	17	29
	1.2	Структурные модели НВР	Модели адаптивной авторегрессии НВР Сингулярный (SSA) анализ НВР Кратномасштабный вейвлет анализ НВР Эмпирическая модовая декомпозиция НВР	54	9	0	17	28
Итого				108	17	0	34	57

#### 3.2. Содержание разделов дисциплины

##### 3.2.1. Лекционные занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	Основные	Понятие временного ряда (ВР).	2

		<p>понятия и статистики не стационарных временных рядов (НВР)</p>	<p>Основные статистики ВР: тренд, меры волатильности, меры зависимости - автокорреляционная функция (АКФ). Практическое значение основных статистик НВР. Выделение трендов с помощью сглаживания НВР по времени. Скользящие средние, как результат цифровой фильтрации данных. Диаграмма рассеяния и линия линейной регрессии. Свойства выборочных оценок АКФ. Представление данных в частотной области. Дискретное преобразование Фурье, теорема отсчетов. Выборочный спектр и периодограммные оценки спектральной плотности мощности (СПМ). Процедуры псевдоусреднения и окна данных</p>	
	1.1	<p>Выборочные оценки многомерных вероятностных распределений</p>	<p>Методы обнаружения аномальных значений в данных. Устойчивые оценки центра распределения. Коэффициент цензурирования. Экспоненциально взвешенные оценки характеристик положения и масштаба. Гистограммная оценка плотности распределения вероятности. Робастные правила выбора количества разрядных интервалов. Гистограмма, сглаженная сдвигом. Модель конечной смеси многомерных вероятностных распределений. семейство EM-алгоритмов</p>	2
	1.1	<p>Модели экспоненциального сглаживания НВР</p>	<p>Процедура экспоненциального сглаживания НВР и цифровой фильтр. Прогнозная форма экспоненциальной средней и рекомендации по выбору ее параметров. Выделение тренда НВР с помощью модели линейного темпа изменения данных Хольта - Брауна. Мультипликативная и аддитивная модели сезонных колебаний НВР. Анализ и прогнозирование волатильности данных с помощью моделей линейного темпа изменения</p>	2

			данных Винтерса и Тейла – Вейджа. Адаптивные модели экспоненциального сглаживания НВР. Регулирование параметров сглаживания с помощью следящего контрольного сигнала	
	1.2	Модели адаптивной авторегрессии НВР	Адаптивный алгоритм наименьших средних квадратов (НСК) АР-оценивания НВР. Рекурсивный алгоритм наименьших средних квадратов (РНК) АР-оценивания НВР. Нейросетевая реализация адаптивного линейного фильтра	2
	1.2	Сингулярный (SSA) анализ НВР	Обзор методов структурного анализа данных. Устойчивый метод наименьших квадратов и сингулярный анализ данных. Процедура вложения НВР в траекторное пространство. Сингулярное разложение траекторной матрицы ВР на собственные тройки. Процедура разложения ВР на элементарные структурные составляющие. Правила группировки собственных троек. Восстановление структурных компонент ВР с помощью группировки собственных троек. Ряд конечного ранга, управляемый линейной рекуррентной формулой (ЛРФ). Алгоритм оценки параметров ЛРФ. Рекуррентный сингулярный прогноз НВР	2
	1.2	Кратномасштабный вейвлет анализ НВР	Дискретное вейвлет преобразование ВР. Модели вейвлетов. Кратномасштабный анализ ВР. Алгоритм пирамиды Малла. Спектральные оценки структурных компонент ВР	2
	1.2	Эмпирическая модовая декомпозиция НВР	Разложение нестационарного ВР по его собственным эмпирическим функциям. EMD-алгоритм. Дискретное преобразование Гильберта. Мгновенная огибающая и мгновенная частота. Граничные эффекты EMD-разложения	3

### 3.2.2. Практические занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)

### 3.2.3. Лабораторные занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	Основные понятия и статистики не стационарных временных рядов (НВР)	Модели трендов и мер волатильности НВР	5
	1.1	Выборочные оценки многомерных вероятностных распределений	Адаптивные модели экспоненциального сглаживания НВР	4
	1.1	Модели экспоненциального сглаживания НВР	Модели локально взвешенной полиномиальной регрессии НВР	4
	1.1	Модели рационального спектра временных рядов	Робастная локально взвешенная полиномиальная регрессия НВР	4
	1.2	Модели адаптивной авторегрессии НВР	Модели авторегрессии проинтегрированного скользящего среднего НВР	5
	1.2	Сингулярный (SSA) анализ НВР	SSA-анализ и моделирование НВР	4
	1.2	Эмпирическая модовая декомпозиция НВР	EMD-анализ и моделирование НВР	4

### 3.3. Содержание материалов, выносимых на самостоятельное изучение

Модуль	Номер раздела	Содержание материалов, выносимого на самостоятельное изучение	Виды самостоятельной деятельности	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	<p>Анализ и прогнозирование волатильности данных с помощью моделей линейного темпа изменения данных Винтерса и Тейла – Вейджа. Адаптивные модели экспоненциального сглаживания НВР. Регулирование параметров сглаживания с помощью следящего контрольного сигнала</p> <p>Геометрический алгоритм Берга оценки АР параметров блоков данных. Решетчатый фильтр. Процессы с детерминированными и стохастическими трендами.</p> <p>Проинтегрированный ВР порядка <math>d</math>. Операторная форма представления модели АРПСС(<math>p,d,q</math>) для нестационарного ВР. Формирующий фильтр и линейное разностное уравнение проинтегрированного ВР</p>	<p>Работа с лекциями, литературой, электронными образовательными ресурсами, составление конспекта; работа с ПО, материалами лабораторных занятий, решение ситуационных задач, выполнение проектных заданий</p>	29
	1.2	<p>Сингулярное разложение траекторной матрицы ВР на собственные тройки. Процедура разложения ВР на элементарные структурные составляющие. Правила группировки</p>	<p>Работа с лекциями, литературой, электронными образовательными ресурсами, составление конспекта; работа с ПО, материалами лабораторных занятий,</p>	28



	<p>собственных троек.  Восстановление структурных компонент ВР с помощью группировки собственных троек. Ряд конечного ранга, управляемый линейной рекуррентной формулой (ЛРФ). Алгоритм оценки параметров ЛРФ.  Рекуррентный сингулярный прогноз НВР Разложение нестационарного ВР по его собственным эмпирическим функциям. EMD-алгоритм. Дискретное преобразование Гильберта. Мгновенная огибающая и мгновенная частота. Граничные эффекты EMD-разложения</p>	<p>решение ситуационных задач, выполнение проектных заданий</p>	
--	---	---	--

#### **4. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Фонд оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлен в приложении.

[Фонд оценочных средств](#)

#### **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

##### **5.1. Основная литература**

##### **5.1.1. Печатные издания**

1. Плотников, А. Н. Элементарная теория анализа и статистическое моделирование временных рядов : учебное пособие для вузов / А. Н. Плотников. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 212 с. — ISBN 978-5-8114-7748-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/179030>

##### **5.1.2. Издания из ЭБС**

1.

## 5.2. Дополнительная литература

### 5.2.1. Печатные издания

1. Носко В. П. Эконометрика. Книга 1. М.: ИЭПП, 2011 г. – 672 с.
2. Носко В. П. Эконометрика. Книга 2. М.: ИЭПП, 2011 г. – 578 с.
3. Ярушкина Н. Г. Афанасьева Т. В. Перфильева И. Г. Интеллектуальный анализ временных рядов: Учебное пособие. Ульяновск: УлГТУ. - 2010. – 320 с.
4. Боровиков В. П. Ивченко Г. И. Прогнозирование в системе STATISTICA в среде WINDOWS. Основы теории и интенсивная практика на компьютере - М.: Финансы и статистика, 2009 г. – 368 с.
5. Форсайт Дж., Малькольм М., Моулер К. Машинные методы математических вычислений. Пер. с англ. под ред. Х. Д. Икрамова. - М.: Мир 1980 г.
6. Айвазян С. А., Енюков И. С., Мешалкин Л. Д. Прикладная статистика: Исследование зависимостей. – М.: Финансы и статистика, 1985. – 487 с.
7. Айвазян С. А. Бухштабер В. М., Енюков И. С., Мешалкин Л. Д. Прикладная статистика: Классификация и снижение размерности. - М.: Финансы и статистика, 1989 г. – 607 с.
8. Шурыгин А. М. Прикладная стохастика: робастность, оценивание, прогноз – М.: Финансы и статистика, 2000.- 224 с.
9. Суслов В. И. Ибрагимов Н. М. Тальшева Л. П. Цыплаков А. А. Эконометрия. – Новосибирск: НГУ, 2003 г.
10. Лукашин Ю. П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов: Учебное пособие. – М: 2003 г.
11. Голяндина Н. Э. Метод «Гусеница» - SSA: анализ временных рядов: Учебное пособие. – СПб: СПбГУ, 2004 г.
12. Голяндина Н. Э. Метод «Гусеница» - SSA: прогноз временных рядов: Учебное пособие. – СПб СПбГУ, 2004 г.
13. Главные компоненты временных рядов: метод «Гусеница» / Под ред. Д. Л. Данилова, А. А. Жиглявского. – СПб: Пресском, 1997 г.
14. Добеши И. Десять лекций по вейвлетам: Пер. с англ. – Ижевск.: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика». - 2001. – 464 с.
15. Барсегян А. А., Куприянов М. С., Степаненко В. В., Холод И. И. Технологии анализа данных: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP, 2-е изд. – СПб.: БХВ - Петербург, 2007 г. – 384 с.
16. Тихонов Э. Е. Методы прогнозирования в условиях рынка: Учебное пособие. – Невинномысск, 2006 г.
17. Халафян А. А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных. 3-е изд. Учебник - М.: ООО «Бином-Пресс», 2007 г.
18. Лабунец Л. В., Лабунец Н. Л., Чижов М. Ю. Рекуррентные статистики нестационарных временных рядов // Радиотехника и электроника. – 2011.- т. 56 , № 12, С. 1468 - 1489. - Режим доступа: <http://www.labnet.ru>
19. Лабунец Л.В., Симаков В.В. Структурный анализ сигналов в системах подповерхностной радиолокации // Электромагнитные волны и электронные системы. - 2013. - т. 18 , № 8, С. 49 – 68. - Режим доступа: <http://www.labnet.ru>
20. Лабунец Л.В. Автоматизированная интеллектуальная обработка сигналов в системах подповерхностной радиолокации // Радиотехника и электроника. - 2015. - Т. 60, № 4, С. 386 – 398. - Режим доступа: <http://www.labnet.ru>

### 5.2.2. Издания из ЭБС

- 1.
- 2.

### 5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Название	Ссылка
23. Воронцов К.В. Машинное обучение (курс лекций)	<a href="http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Mo">http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Mo</a>

### 6. Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение общего назначения: ОС Microsoft Windows, Microsoft Office, ABBYY FineReader, ESET NOD32 Smart Security Business Edition, Foxit Reader, АИБС "МегаПро".

Программное обеспечение специального назначения:

- 1) Any Logic PLE
- 2) Python

### 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование помещений для проведения учебных занятий и для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Состав оборудования и технических средств обучения указан в паспорте аудитории, закрепленной расписанием по факультету
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	
Учебные аудитории для промежуточной аттестации	
Учебные аудитории для курсового проектирования(выполнения курсовых работ)	Состав оборудования и технических средств обучения указан в паспорте аудитории, закрепленной расписанием по кафедре
Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций	
Учебные аудитории для текущей аттестации	

### 8. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Приступая к работе, каждый студент должен принимать во внимание следующие

положения.

Дисциплина построена по модульному принципу, каждый модуль представляет собой логически завершённый раздел курса. Дисциплина делится на три модуля, включая экзамен. На первом занятии каждый студент получает информацию для доступа к комплексу методических материалов по дисциплине.

Лекционные занятия посвящены рассмотрению ключевых, базовых положений курса и разъяснению учебных заданий, выносимых на самостоятельную проработку.

Лабораторные работы предназначены для приобретения опыта практической реализации основной профессиональной образовательной программы. Методические документы к лабораторным работам прорабатываются студентами во время самостоятельной подготовки. Необходимый уровень подготовки контролируется перед проведением лабораторных работ.

Практическая подготовка при реализации учебной дисциплины организуется путем проведения семинаров, лабораторных работ и индивидуальных и(или) групповых консультаций, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка может включать в себя отдельные занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Самостоятельная работа студентов включает следующие виды: проработка учебного материала лекций, подготовка к семинарам, выполнение курсовой работы, подготовка к экзамену, подготовка к рубежному контролю. Результаты всех видов работы студентов формируются в виде личного рейтинга, который учитывается на промежуточной аттестации. Самостоятельная работа предусматривает не только проработку материалов лекций, но и их расширение в результате поиска, анализа, структурирования и представления в компактном виде современной информации из всех возможных источников.

Текущий контроль проводится в течение каждого модуля, его итоговые результаты складываются из оценок по следующим видам контрольных мероприятий:

- рубежные контроли;
- домашнее задание;
- лабораторные работы.

Освоение дисциплины, ее успешное завершение на стадии промежуточной аттестации возможно только при регулярной работе во время семестра и планомерном прохождении текущего контроля. Набрать рейтинг по всем модулям в каждом семестре, пройти по каждому модулю плановые контрольные мероприятия в течение экзаменационной сессии невозможно.

Для завершения работы в семестре студент должен выполнить все контрольные мероприятия.

Промежуточная аттестация по результатам семестра по дисциплине проходит в форме экзамена, контролирующего освоение ключевых, базовых положений дисциплины, составляющих основу остаточных знаний по ней.

Оценивание дисциплины ведется в соответствии с Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ЗабГУ.

Разработчик/группа разработчиков:  
Андрей Анатольевич Фалейчик

**Типовая программа утверждена**

Согласована с выпускающей кафедрой  
Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.