

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Институт радиоэлектроники и информационных технологий (ИРИТ)
(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор – проректор по
образовательной деятельности:

_____ Ивашкин Е.Г.
подпись ФИО

“22” ИЮНЯ 2022 г.

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института:

_____ Мякинников А.В.
подпись ФИО

“21” ИЮНЯ 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Анализ временных рядов

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки магистров

Направление подготовки: 09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность: Искусственный интеллект в автоматизированных системах обработки информации и управления

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2022

Выпускающая кафедра ВСТ

Объем дисциплины 144 / 4
часов/з.е

Промежуточная аттестация экзамен

Автор программы:

Лабунец Л. В., профессор, д.т.н, с.н.с., labunets@bmstu.ru

Ведущий преподаватель НГТУ:

Жевнерчук Д.В., д.т.н., доцент

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 19 сентября 2017 года № 918 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от 23.12.2021 № 6

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры ВСТ протокол от 08.06.2022 № 8

Зав. кафедрой д.т.н, доцент, Жевнерчук Д.В. _____
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИРИТ, Протокол от 21.06.2022 №6

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 09.04.01-ИИ-12

Начальник УМУ _____ Т.И. Ермакова

Оглавление

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	6
3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ	7
4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО МОДУЛЯМ С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ	8
5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ	12
6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	13
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	14
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ СЕТИ ИНТЕРНЕТ, РЕКОМЕНДУЕМЫХ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ОСВОЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ.....	15
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	16
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ	17
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	18

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Настоящая рабочая программа дисциплины устанавливает требования к знаниям и умениям студента, а также определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа разработана в соответствии с основной профессиональной образовательной программой (ОПОП) и учебным планом МГТУ им. Н.Э. Баумана, составленными на основе федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) по направлению подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника».

При освоении дисциплины планируется формирование компетенций, предусмотренных ОПОП на основе ФГОС по направлению подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника» (уровень магистратуры).

Код компетенции по ФГОС 3++	Формулировка компетенции
	Универсальные компетенции
ОПК-1 (09.04.01)	Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте
ОПК-13	Способен исследовать современные проблемы и методы информатики, искусственного интеллекта и развития информационного общества, цифровой экономики

Для категорий «знать, уметь, владеть» планируется достижение следующих результатов обучения (РО), вносящих на соответствующих уровнях вклад в формирование компетенций, предусмотренных основной профессиональной образовательной программой (табл. 1).

Таблица 1. Индикаторы достижения компетенции

Компетенция: код по ФГОС 3++, формулировка	Индикаторы	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
1	2	3
ОПК-1 (09.04.01) Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	ЗНАТЬ: - фундаментальные основы инженерных дисциплин, связанных с решением задач профессиональной области; - способы решения типовых инженерных задач в профессиональной области. 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.	• Лекции • Лабораторные работы • Самостоятельная работа Активные и интерактивные формы (методы) обучения: - обсуждение практических примеров на лекциях; - совместный анализ результатов рубежных контролей в форме дискуссии; - обсуждение во время лабораторных работ различных вариантов выполнения задания, сравнение и обсуждение полученных результатов.
ОПК-10 Способен адаптировать и применять на практике классические и новые научные принципы, и методы исследований для решения задач в области создания и применения технологий и систем искусственного интеллекта, и методы исследований	ОПК-10.1. Адаптирует известные научные принципы и методы исследований с целью их практического применения ЗНАТЬ - фундаментальные научные принципы и методы исследований УМЕТЬ - адаптировать с целью практического применения фундаментальные и новые научные принципы, и методы исследований	• Лекции • Лабораторные работы • Самостоятельная работа Активные и интерактивные формы (методы) обучения: - обсуждение практических примеров на лекциях; - совместный анализ результатов рубежных контролей в форме дискуссии; - обсуждение во время лабораторных работ различных вариантов выполнения задания, сравнение и обсуждение полученных результатов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в блок Б1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы магистратуры по направлению 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника».

Изучение дисциплины предполагает предварительное освоение следующих дисциплин учебного плана:

- Разработка нейросетевых систем.

Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее для следующих дисциплин образовательной программы:

- Анализ данных.
- Научно-исследовательская работа.
- Подготовка и защита ВКР.

Освоение учебной дисциплины связано с формированием компетенций с учетом матрицы компетенций ОПОП по направлению подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника».

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общий объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы (з.е.), 144 ч. В том числе: 1 семестр – 4 з.е. (144 ч.).

Таблица 2. Объем дисциплины по видам учебных занятий (в часах)

Виды учебной работы	Объем по семестрам, ч	
	Всего	1 семестр
Объем дисциплины	144	144
Аудиторная работа	51	51
Лекции (Л)	17	17
Лабораторные работы (ЛР)	34	34
Самостоятельная работа (СР)	93	93
Проработка материала лекций	4	4
Подготовка к лабораторным работам	16	16
Подготовка к рубежным контролям	6	6
Выполнение домашнего задания	12	12
Подготовка к экзамену	30	30
Другие виды самостоятельной работы	25	25
Вид промежуточной аттестации		Экзамен

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО МОДУЛЯМ С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

Таблица 3. Содержание дисциплины

№ п/п	Тема (название) модуля	Виды занятий, часы			Активные и интерактивные формы проведения занятий		Компетен- ции, закреплен- ные за темой (код по ФГОС 3++)	Текущий контроль результатов обучения		
		Л	ЛР	СР	Форма проведения занятий	Ча- сы		Срок (неде- ля)	Формы	Баллы (мин/ макс)
1 семестр										
1	Статистические модели нестационарных временных рядов (НВР)	8	17	28	- обсуждение практи- ческих примеров на лекциях; - совместный анализ результатов рубежных контролей в форме дискуссии; - обсуждение во время лабораторных работ различных вариантов выполнения задания, сравнение и обсужде- ние полученных ре- зультатов.	5	ОПК-1, ОПК-13	8	Рубежный контроль №1	3 / 5
									Лабораторные работы	18 / 30
									ИТОГО	21/ 35
2	Структурные модели НВР	9	17	35		5		17	Рубежный контроль №2	3 / 5
									Лабораторные работы	15 / 25
									Домашнее задание	3 / 5
									ИТОГО	21 / 35
3	Экзамен	-	-	30	-	-	-	-	18 / 30	
	ИТОГО за семестр	17	34	93	-	10	-	-	-	60 / 100

Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

№ п/п	Наименование раздела / модуля дисциплины Содержание
1	СТАТИСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ. Объем: 53 часа.
	Лекции по модулю 1. Объем: 8 часов.
1.1	Основные понятия и статистики нестационарных временных рядов (НВР) - 2 часа. Понятие временного ряда (ВР). 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.
1.2	Выборочные оценки многомерных вероятностных распределений - 2 часа. 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 ЕМ-алгоритмов.
1.3	Модели экспоненциального сглаживания НВР - 2 часа. 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 данных Винтерса и Тейла – Вейджа. Адаптивные модели экспоненциального сглаживания НВР. Регулирование параметров сглаживания с помощью следящего контрольного сигнала
1.4	Модели рационального спектра временных рядов - 2 часа. Метод формирующего фильтра и способы его описания. Уравнение дискретной свертки и импульсная характеристика фильтра. Линейное разностное уравнение и параметры модели АРСС(p,q) стационарного ВР. Операторная форма АРСС модели и передаточная функция формирующего фильтра. Полиномы авторегрессии и скользящего среднего. Взаимосвязь задач статистического моделирования, спектрального оценивания и прогнозирования данных. Система уравнений Юла – Уокера и задача оценки параметров АРСС-модели стационарного ВР. Алгоритм Левинсона–Дурбина оценки АР-параметров блоков данных. Основные понятия теории линейного прогноза стационарных ВР. Метод наименьших квадратов и фильтр Винера линейного прогноза «вперед». Фильтр линейного прогноза «назад». Частные коэффициенты корреляции и их статистический смысл. Коэффициенты отражения и частная АКФ. Геометрический алгоритм Берга оценки АР-

№ п/п	Наименование раздела / модуля дисциплины Содержание
	параметров блоков данных. Решетчатый фильтр. Процессы с детерминированными и стохастическими трендами. Проинтегрированный ВР порядка d . Операторная форма представления модели АРПСС(p, d, q) для нестационарного ВР. Формирующий фильтр и линейное разностное уравнение проинтегрированного ВР.
	Самостоятельная работа студентов (СР) по модулю 1. Объем: 28 часов.
СР1.1	Проработка лекционного курса - 2 часа.
СР1.2	Подготовка к лабораторным работам - 8 часов.
СР1.3	Подготовка к рубежному контролю - 3 часа.
СР1.4	Выполнение домашнего задания - 3 часа.
СР1.5	Другие виды самостоятельной работы - 12 часов.
	Лабораторные работы (Л) по модулю 1. Объем: 17 часов.
Л1.1.	Модели трендов и мер волатильности НВР - 5 часов.
Л1.2.	Адаптивные модели экспоненциального сглаживания НВР - 4 часа.
Л1.3.	Модели локально взвешенной полиномиальной регрессии НВР – 4 часа.
Л1.4.	Робастная локально взвешенная полиномиальная регрессия НВР - 4 часа.
2	СТРУКТУРНЫЕ МОДЕЛИ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ. Объем: 61 час.
	Лекции по модулю 2. Объем: 9 часов.
2.1	Модели адаптивной авторегрессии НВР- 2 часа. Адаптивный алгоритм наименьших средних квадратов (НСК) АР- оценивания НВР. Рекурсивный алгоритм наименьших средних квадратов (РНК) АР-оценивания НВР. Нейросетевая реализация адаптивного линейного фильтра.
2.2	Сингулярный (SSA) анализ НВР - 2 часа. 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.
2.3	Кратномасштабный вейвлет анализ НВР - 2 часа. Дискретное вейвлет преобразование ВР. Модели вейвлетов. Кратно-масштабный анализ ВР. Алгоритм пирамиды Малла. Спектральные оценки структурных компонент ВР.
2.4	Эмпирическая модовая декомпозиция НВР - 3 часа. Разложение нестационарного ВР по его собственным эмпирическим функциям. EMD- алгоритм. Дискретное преобразование Гильберта. Мгновенная огибающая и мгновенная частота. Граничные эффекты EMD- разложения.
	Самостоятельная работа студентов (СР) по модулю 2. Объем: - 35 часов.
СР2.1	Проработка лекционного курса – 2 часа.

№ п/п	Наименование раздела / модуля дисциплины Содержание
СР2.2	Подготовка к лабораторным работам - 8 часов.
СР2.3	Выполнение домашнего задания - 9 часов.
СР2.4	Подготовка к рубежному контролю - 3 часа.
СР2.5	Другие виды самостоятельной работы - 13 часов.
	Лабораторные работы (Л) по модулю 2. Объем: 17 часов.
Л2.1.	Модели авторегрессии проинтегрированного скользящего среднего НВР - 5 часов
Л2.2.	Кратномасштабный вейвлет анализ НВР - 4 часа.
Л2.3.	EMD- анализ и моделирование НВР - 4 часа.
Л2.4	SSA- анализ и моделирование НВР - 4 часа.
3	ЭКЗАМЕН. Объем: 30 часов.
	Самостоятельная работа студентов (СР) по модулю 3. Объем: - 30 часов.
СР3.1	Подготовка к экзамену - 30 часов.

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Для обеспечения самостоятельной работы студентов по дисциплине сформирован методический комплекс, включающий следующие учебно-методических материалы.

1. Программа курса.
2. Учебники и учебные пособия.
3. Указания кафедральной разработки по выполнению лабораторных работ и домашнего задания в электронном виде.
4. Набор презентаций для использования в аудиторных занятиях в электронном виде.
5. Список адресов сайтов сети Интернет, содержащих актуальную информацию по теме дисциплины.

Материалы учебно-методического комплекса рассылаются студентам по электронной почте. Библиографические ссылки на учебные издания, входящие в методический комплекс, приведены в перечне основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (раздел 7).

К дополнительным материалам также относится перечень ресурсов сети интернет, рекомендуемых для самостоятельной работы при освоении дисциплины (раздел 8).

Студенты получают доступ к указанным материалам на первом занятии по дисциплине.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине базируется на перечне компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы (раздел 1). ФОС должен обеспечивать объективный контроль достижения всех результатов обучения, запланированных для дисциплины.

ФОС включает в себя:

- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и уровня овладения формирующимися компетенциями в процессе освоения дисциплины (перечень лабораторных работ; комплект вариантов домашнего задания; макеты билетов рубежных контролей; перечень экзаменационных вопросов; макет билета к экзамену).

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов МГТУ им. Н.Э. Баумана.

ФОС является приложением к данной программе дисциплины.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Плотников А. Н. Элементарная теория анализа и статистического моделирования временных рядов: Учеб. пособие. – СПб.: Лань, 2016. – 217 с.

Дополнительная литература

2. Носко В. П. Эконометрика. Книга 1. М.: ИЭПП, 2011 г. – 672 с.
3. Носко В. П. Эконометрика. Книга 2. М.: ИЭПП, 2011 г. – 578 с.
4. Ярушкина Н. Г. Афанасьева Т. В. Перфильева И. Г. Интеллектуальный анализ временных рядов: Учебное пособие. Ульяновск: УлГТУ. - 2010. - 320с.
5. 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.
6. Форсайт Дж., Малькольм М., Моулер К. Машинные методы математических вычислений. Пер. с англ. под ред. Х. Д. Икрамова. - М.: Мир 1980 г.
7. Айвазян С. А., Енюков И. С., Мешалкин Л. Д. Прикладная статистика: Исследование зависимостей. – М.: Финансы и статистика, 1985. – 487 с.
8. 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.
9. Шурыгин А. М. Прикладная стохастика: робастность, оценивание, прогноз – М.: Финансы и статистика, 2000.- 224 с.
10. Суслов В. И. Ибрагимов Н. М. Талышева Л. П. Цыплаков А. А. Эконометрия. – Новосибирск: НГУ, 2003 г.
11. Лукашин Ю. П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов: Учебное пособие. – М.: 2003 г.
12. Голяндина Н. Э. Метод «Гусеница» - SSA: анализ временных рядов: Учебное пособие. – СПб: СПбГУ, 2004 г.
13. Голяндина Н. Э. Метод «Гусеница» - SSA: прогноз временных рядов: Учебное пособие. – СПб СПбГУ, 2004 г.
14. Главные компоненты временных рядов: метод «Гусеница» / Под ред. Д. Л. Данилова, А. А. Жиглявского. – СПб: Пресском, 1997 г.
15. Добеши И. Десять лекций по вейвлетам: Пер. с англ. – Ижевск.: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика». - 2001. – 464 с.
16. 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.
17. Тихонов Э. Е. Методы прогнозирования в условиях рынка: Учебное пособие. – Невинномысск, 2006 г.
18. Халафян А. А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных. 3-е изд. Учебник - М.: ООО «Бином-Пресс», 2007 г.
19. 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>
20. 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>
21. 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>

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ СЕТИ ИНТЕРНЕТ, РЕКОМЕНДУЕМЫХ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ОСВОЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Сайт библиотеки МГТУ им. Н.Э. Баумана: <http://library.bmstu.ru>.
2. Сайты кафедры ИУ5 «Системы обработки информации и управления»:
3. http://e-learning.bmstu.ru/portal_iu5/ <http://iu5.bmstu.ru>
4. Сайт веб-консорциума: <https://www.w3.org/>
5. Сайт компании StatSoft // www.statsoft.ru
6. Сайт компании MathWorks <https://www.mathworks.com/>
7. Профессиональный информационно - аналитический ресурс, посвященный машинному обучению, распознаванию образов и интеллектуальному анализу данных <http://www.machinelearning.ru>
8. Сайт «Гусеница»: анализ и прогнозирование временных рядов // www.gistagroup.com/gus/
9. Персональный сайт Давыдова А. В. Вейвлеты и вейвлетный анализ: лекции и практикум на ПК в системах Mathcad и Matlab // www.prodav.narod.ru/wavelet/index.html
10. Персональный сайт Давыдова А. В. Преобразование Гильберта - Хуанга: анализ нелинейных и нестационарных сигналов // www.prodav.narod.ru/hht/index.html
11. Воронцов К. В. Машинное обучение (курс лекций). <http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Mo>
12. Воронцов К. В. Математические методы обучения по прецедентам (теория обучения машин). <http://www.machinelearning.ru/wiki/images/6/6d/Voron-ML-1.pdf>
13. Ресурс, предназначенный для изучения методов машинного обучения <http://www.deeplearningbook.org/>

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ОСВОЕНИЮ 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 в электронном виде полный комплекс учебно-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. Указания к лабораторным работам прорабатываются студентами во время самостоятельной подготовки. Необходимый уровень подготовки контролируется перед проведением лабораторных работ.

Самостоятельная работа студентов включает проработку материала лекций, подготовку к лабораторным работам, подготовку к рубежным контролям, выполнение домашнего задания, подготовку к экзамену.

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

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

Освоение дисциплины, ее успешное завершение на стадии промежуточной аттестации возможно только при регулярной работе во время семестра и планомерном прохождении текущего контроля.

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.

Методика оценки по рейтингу

Студент, выполнивший все предусмотренные учебным планом задания и сдавший все контрольные мероприятия, получает итоговую оценку по дисциплине за семестр в соответствии со шкалой:

Рейтинг	Оценка на экзамене
85 – 100	отлично
71 – 84	хорошо
60 – 70	удовлетворительно
0 – 59	неудовлетворительно

Оценивание дисциплины ведется в соответствии с Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов МГТУ им. Н.Э. Баумана.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

В процессе преподавания дисциплины используются следующие методы и средства и обновляемое по мере необходимости программное обеспечение информационных технологий:

- e-mail преподавателей для оперативной связи: labunets@bmstu.ru;
- электронные учебно-методические материалы для обеспечения самостоятельной работы студентов, доступные в Интернет;
- презентации в среде PowerPoint и видео сюжеты по теме дисциплины;
- офисный пакет приложений – Office.

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень материально-технического обеспечения дисциплины

№ п/п	Вид занятий	Вид и наименование оборудования
1.	Лекционные занятия	Аудитория с доской и проектором
2.	Лабораторные работы	Аудитория, оснащенная компьютерами с доступом к сети Интернет, пакеты прикладных программ
3.	Самостоятельная работа	Библиотека, имеющая рабочие места для студентов; Аудитории, оснащенные компьютерами с доступом к сети Интернет. Социокультурное пространство университета, позволяющее студенту качественно выполнять самостоятельную работу.

ЛИСТ ВНЕСЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений	
БЫЛО:	СТАЛО:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	