

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования_
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт информационных технологий, математики и механики

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол № 11 от 25.12.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Информационные технологии анализа временных рядов

Уровень высшего образования

Магистратура

Направление подготовки / специальность

02.04.01 - Математика и компьютерные науки

Направленность образовательной программы

Математика и компьютерные науки

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.06 Информационные технологии анализа временных рядов относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-3: Способен разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач в области профессиональной деятельности	ПК-3.1: Знает типовые математические методы и методологии разработки системного и прикладного программного обеспечения для решения задач в области профессиональной деятельности ПК-3.2: Умеет применять типовые математические методы и методологии разработки системного и прикладного программного обеспечения для решения задач в области профессиональной деятельности ПК-3.3: Иметь опыт применения типовых математических методов и методологий разработки системного и прикладного программного обеспечения для решения задач в области профессиональной деятельности	ПК-3.1: Знать 1) Основные математические модели временных рядов 2) Свойства выборочных характеристик временных рядов в конкретных математических моделях ПК-3.2: Уметь 1) выполнять основные процедуры разведочного анализа временных рядов 2) осознанно интерпретировать результаты статистических процедур и делать оправданные выводы ПК-3.3: Иметь опыт использования современным программным обеспечением прикладного статистического анализа	Задачи	Зачёт: Контрольные вопросы

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
--	-------

Общая трудоемкость, з.е.	2
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	16
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	16
- КСР	1
самостоятельная работа	39
Промежуточная аттестация	0 Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
Знакомство со средой статистических вычислений R	17	4	4	8	9
Характеристики временных рядов	18	4	4	8	10
Преобразование временных рядов	14	2	2	4	10
Анализ стационарных временных рядов	22	6	6	12	10
Аттестация	0				
КСР	1				1
Итого	72	16	16	33	39

Содержание разделов и тем дисциплины

Знакомство со средой статистических вычислений R

Характеристики временных рядов

Преобразование временных рядов

Анализ стационарных временных рядов

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Самостоятельная работа заключается в изучении конспектов лекций и источников из списка литературы. Самостоятельная работа может осуществляться как в читальном зале библиотеки, так и в домашних условиях.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-3:

Задача 1. Сгенерируйте временной ряд вида $x_t = s_t + w_t$, $t = 0, 1, \dots, 200$ где w_t – белый шум с единичной дисперсией, сигнал s_t равен 0 при $t = 0, 1, \dots, 100$ и равен $10 \exp\{-(t - 100)/20\} \cos(2\pi t/4)$, $t = 101, 102, \dots, 200$.

Задача 2. Для временного ряда из предыдущей задаче, вычислите и нарисуйте графики среднего значения $m(t)$, $t = 1, 2, \dots, 200$. Вычислите также автоковариационную функцию $g(s, t)$, при $s, t = 1, 2, \dots, 200$.

Задача 3. Найдите автоковариационную и автокорреляционную функцию для процесса $x_t = w_{t-1} + 2w_t + w_{t+1}$, где w_t – белый шум с дисперсией a .

Задача 4. Рассмотрим временной ряд $x_t = U_1 \sin(2\pi w_0 t) + U_2 \cos(2\pi w_0 t)$, где U_1 и U_2 суть независимые случайные величины с нулевым математическим ожиданием и равными дисперсиями a . Убедитесь, что этот ряд стационарен в широком смысле и найдите его автоковариационную функцию.

Задача 5. Для данных о смертности smort (пакет astsa) проведите сглаживание по методу скользящего среднего по пяти точкам для удаления сезонной компоненты, и по 53 точкам для выявления тренда. Постройте графики исходных и сглаженных временных рядов.

Задача 6. Для данных о смертности smort (пакет astsa) построить модель кубической регрессии на временную переменную вида

$$f_t = b_0 + b_1 t + b_2 t^2 + b_3 t^3,$$

а также смешанную модель кубически-периодической регрессии вида

$$f_t = b_0 + b_1 t + b_2 t^2 + b_3 t^3 + c_1 \cos(2\pi t/52) + c_2 \sin(2\pi t/52).$$

Задача 7. Доказать, что временной ряд $x_t = b_0 + b_1 t + w_t$, w_t – белый шум, не является стационарным в широком смысле, а его первые разности $y_t = x_t - x_{t-1}$ являются стационарными в широком смысле.

1. Знакомство со средой статистических вычислений R

Задача 1. Сгенерируйте 100 членов последовательности $X_n = \{n \cdot \pi\}$. Постройте гистограмму и выборочную функцию распределения.

Задача 2. Создайте кадр данных (data.frame), содержащий две независимые переменные: GND с равновероятными значениями 'M', 'F' и AGE с нормальным распределением со средним значением 30 и среднеквадратическим отклонением 10.

Задача 3. Сгенерируйте временной ряд из задачи 1 длиной 400. Постройте средствами R выборочную автоковариационную функцию до разности 100.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Выполнены все или большая часть этапов решения задачи или задача решена с незначительными недочетами. Результаты работы представлены преподавателю в срок.
не зачтено	Выполнены не все практические задания или выполнены не в полном объеме (представлено не полное описание этапов выполнения заданий, получен неверный ответ, результаты работы не представлены преподавателю).

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатор достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в

	ответа		Выполнены все задания, но не в полном объеме	ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-3

1. Что такое стационарный временной ряд?

2. Дайте определения процесса авторегрессии порядка p .
3. Дайте определение процесса скользящего среднего порядка q .
4. Приведите формулы оценки тренда по методу наименьших квадратов.
5. Как выглядит автоковариационная функция белого шума?
6. Как выглядит частная автоковариационная функция процесса авторегрессии первого порядка?
7. Как оценить автоковариационную функцию в пакете R?
8. Как оценить линейный тренд в пакете R?
9. Объясните, для чего служит и как используется функция `plot.ts` ?
10. Как определить «на глаз» порядок процесса авторегрессии?
11. Как определить «на глаз» порядок процесса скользящего среднего?

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Студент ответил на большую часть вопросов возможно с незначительными недочетами.
не зачтено	При ответе студент допускает грубые ошибки в основном материале и решении стандартных задач.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Бокс Д. Анализ временных рядов. Прогноз и управление. Вып. 1. / пер. с англ. А. Л. Левшина ; под ред. [и с предисл. В. Ф. Писаренко]. - М. : Мир, 1974. - 406 с. : черт. - 1.72., 3 экз.
2. Бокс Дж. Анализ временных рядов. Прогноз и управление. Вып. 2 / пер. с англ. А. Л. Левшина ; под ред. В. Ф. Писаренко. - М. : Мир, 1974. - 107 с. : черт. - 1.00., 4 экз.

Дополнительная литература:

1. Федоткин Михаил Андреевич. Основы прикладной теории вероятностей и статистики : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности "Прикладная математика и информатика" и по направлению "Прикладная математика и информатика". - М. : Высшая школа, 2006. - 368 с. : ил. - ISBN 5-06-005328-8 : 215.60., 183 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

- Домашняя страница среды R: <http://www.r-project.org>
- Онлайн-доступ к среде R: <http://www.r-fiddle.org/>
- среда статистических вычислений R, адрес официального сайта <http://www.r-project.org> (свободно распространяемое программное обеспечение по лицензии GNU GPL v.2.).

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 02.04.01 - Математика и компьютерные науки.

Автор(ы): Зорин Андрей Владимирович, доктор физико-математических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Зорин Андрей Владимирович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 02.12.2024, протокол № 5.