

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

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением ученого совета ННГУ
протокол от
«30» _ноября_ 2022 г. № _13_

Рабочая программа дисциплины

Анализ и прогнозирование временных рядов в естествознании

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

магистратура

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Вероятностное моделирование и анализ данных

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2023 год

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений
Б1.В.ДВ.03.01 Анализ и прогнозирование временных рядов в естествознании

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
2	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина Б1.В.ДВ.03.01, «Анализ и прогнозирование временных рядов в естествознании» относится к части ООП направления подготовки 02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии», формируемой участниками образовательных отношений

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**	
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1. Знает методы критического анализа проблемных ситуаций	Знать: 1) Основные математические модели временных рядов 2) Свойства выборочных характеристик временных рядов в конкретных математических моделях	Собеседование
	УК-1.2. Умеет вырабатывать стратегию действий при возникновении критических ситуаций	Уметь: 1) выполнять основные процедуры разведочного анализа временных рядов 2) осознанно интерпретировать результаты статистических процедур и делать оправданные выводы	Задача (практическое задание)
ПК-5. Способен демонстрировать общенаучные базовые знания математических и естественных наук, фундаментальной информатики и информационных технологий; способен применять в	ПК-5.1. Знает основы научно-исследовательской деятельности в области информационных технологий, владеет знанием основ философии и методологии науки; знает методы научных исследований и навыками их проведения.	Знать: 1) Свойства выборочных характеристик временных рядов в конкретных математических моделях	Собеседование

<i>профессиональной деятельности современные языки программирования и методы параллельной обработки данных, операционные системы, электронные библиотеки и пакеты программ, сетевые технологии.</i>	<i>ПК-5.2. Умеет применять полученные знания в области фундаментальных научных основ теории информации и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности.</i>	<i>Умеет:</i> <i>1) строить модели временных рядов для реальных данных</i> <i>2) прогнозировать временные ряды на основе построенной модели</i>	Задача (практическое задание)
	<i>ПК-5.3. Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в области информационных технологий.</i>	<i>Владеет:</i> <i>1) существующим программным обеспечением для решения задач моделирования и прогнозирования временных рядов.</i>	Задача (практическое задание)

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	Очная форма обучения
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	33
- занятия лекционного типа	16
- занятия семинарского типа	16
- занятия лабораторного типа	0
- текущий контроль (КСР)	1
самостоятельная работа	75
Промежуточная аттестация – зачет	

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы) Очная	В том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы. Из них			
		Занятия лекционного типа Очная	Занятия семинарского типа Очная	Занятия лабораторного типа Очная	Всего Очная
					Самостоятельная работа обучающегося, часы Очная

Знакомство со средой статистических вычислений R	24	4	4		8	16
Характеристики временных рядов	30	4	4		8	22
Преобразование временных рядов	14	2	2		4	10
Анализ стационарных временных рядов	39	6	6		12	27
Текущий контроль (КСР)	1	0	0		1	0
Промежуточная аттестация – зачет						
Итого	108	16	16		33	75

Текущий контроль успеваемости реализуется в формах опросов на занятиях семинарского типа

Промежуточная аттестация проходит в традиционных формах (зачет)

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа заключается в чтении литературы из списка основной литературы, решении домашних заданий и подготовке к промежуточной аттестации.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используется электронный курс «Анализ и прогнозирование временных рядов в естествознании» (<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=6166>), созданный в системе электронного обучения ННГУ – <https://e-learning.unn.ru/>.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности 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	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 негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

	я от ответа						
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. 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 некоторыми недочетами.	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.

Шкала оценивания при собеседовании

Результат ответов	Оценка
Студент дает верные развернутые ответы на вопросы преподавателя	зачтено
Студент отвечает только на часть вопросов, или отвечает с ошибками, или не дает развернутого ответа на вопросы	не зачтено

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»

	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «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», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

5.2.1 Контрольные вопросы

Вопрос	Код компетенции (согласно РПД)
1. Понятие временного ряда. Его характеристики. Стационарный временной ряд. Гауссовский белый шум.	УК-1
2. Процесс авторегрессии порядка p . Его свойства	ПК-5
3. Процесс скользящего среднего порядка q . Его свойства	ПК-5
4. Аддитивная модель временного ряда, его компоненты. Оценка тренда по методу наименьших квадратов.	УК-1
5. Прогнозирование процесса авторегрессии	УК-1
6. Прогнозирование процесса скользящего среднего	УК-1
7. Статистическое оценивание характеристик ряда. Оценка порядка процесса авторегрессии	ПК-5
8. Статистическое оценивание характеристик ряда. Оценка порядка процесса авторегрессии	УК-1
9. Сглаживание временных рядов. Фильтр скользящего среднего и экспоненциальное сглаживание	УК-1
10. Выделение линейных и полиномиальных трендов в пакете R	ПК-5
11. Подгонка модели авторегрессии в пакете R	ПК-5
12. Подгонка модели скользящего среднего в пакете R	ПК-5

5.2.3. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции УК-1

Задача 1. Сгенерируйте 100 членов последовательности $X_n = \{n \sqrt{3}\}$. 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 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 $10 \exp\{-(t - 100)/20\} \cos(2\pi t/4)$, $t = 101, 102, \dots, 200$.

5.2.4. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ПК-5

Задача 2. 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

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

5.2.5. Вопросы для собеседования для оценки компетенции «УК-1»

1. Напишите общий вид временного ряда с полиномиальным трендом и шумом в аддитивной модели.
2. Что такое условие обратимости временного ряда?
3. При каких условиях процесс авторегрессии будет стационарным?

5.2.6. Вопросы для собеседования для оценки компетенции «ПК-5»

1. Напишите вид уравнений Юла-Уолкера. Как их можно использовать для оценки параметров?
2. Как выглядит автоковариационная функция процесса скользящего среднего порядка 5?
3. Что такое частная автоковариация?

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Зорин А.В., Федоткин М.А. Введение в прикладной статистический анализ в пакете R: Учебно-методическое пособие. — Нижний Новгород: ННГУ, 2010. — 50 с.
<http://www.unn.ru/pages/e-library/methodmaterial/files/3.pdf> (Фонд Учебно-методических материалов, подготовленных в рамках реализации проекта "Нижегородский государственный университет им. Лобачевского - Национальный исследовательский университет")
2. Бокс Д., Дженкинс Г. Анализ временных рядов. Прогноз и управление. Вып. 1. — М.: Мир, 1974. — 406 с. (6 экз.)

б) дополнительная литература:

1. Федоткин М.А. Основы прикладной теории вероятностей и статистики. — М.: Высшая школа, 2006. — 368 с. (185 экз.)

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

Домашняя страница среды R: <http://www.r-project.org>

Онлайновые доступ к среде R: <http://www.r-fiddle.org/>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения:

- среда статистических вычислений R, адрес официального сайта <http://www.r-project.org> (свободно распространяемое программное обеспечение по лицензии GNU GPL v.2.).

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 ОС ННГУ по направлению 02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Автор д.ф-м.н., доцент _____ А.В.Зорин

Рецензент (ы) _____

Заведующий кафедрой _____ А.В. Зорин

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики
от 30.11.2022 года, протокол № 3.