

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»

Факультет нано- и биомедицинских технологий

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебно-методической работе,  
профессор

Е.Г. Елина

2016 г.



**Рабочая программа дисциплины**

«Анализ данных для решения социально-экономических задач»

Направление подготовки

03.03.02 «Физика»

Профиль подготовки

«Медицинская физика»

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

очная

Саратов, 2016 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Анализ данных для решения социально-экономических задач» является формирование у студентов комплекса общекультурных и профессиональных знаний статистического и вероятностного анализа экспериментальных данных в виде временных рядов и умений выбирать и применять соответствующие методы обработки временных рядов на практике и в профессиональной деятельности.

Задачами освоения дисциплины являются:

- формирование и углубление знаний о методах математической статистики, полученных студентами из обще естественно-научного курса теории вероятности и математической статистики;
- формирование умений выбирать и применять соответствующие алгоритмы построения и исследования статистических прогностических моделей;
- формирование владений методами работы с экспериментальными данными.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина по выбору «Анализ данных для решения социально-экономических задач» изучается студентами дневного отделения факультета nano- и биомедицинских технологий СГУ в течение 2 учебного семестра (1-ый курс) в рамках вариативной части блока «дисциплины» основной образовательной программы. Дисциплина опирается на следующие ранее прочитанные курсы: «Принципы расширения стандартных прикладных программ», «Теория вероятностей и математическая статистика». Дисциплина готовит студентов к освоению дисциплин «Цифровая обработка биомедицинских сигналов с помощью математических пакетов», «Применение ЭВМ в биомедицинских исследованиях» и к итоговой аттестации.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины «Анализ данных для решения социально-экономических задач» формируются следующие компетенции:

- ОПК-5 способностью использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации и навыки работы с компьютером как со средством управления информацией
- ОПК-6 способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности

**В результате освоения дисциплины обучающийся студент должен:**

- знать основные понятия, методы, подходы к анализу эмпирических данных социальной и экономической природы методами математической статистики и теории вероятностей;
- уметь анализировать социально-экономические и другие данные, имеющие схожие характеристики, численно с привлечением теоретических и асимптотических методов для верификации полученных результатов;
- владеть программами, библиотеками и алгоритмами для численного анализа экспериментальных данных.

## 4.1. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Всего	В том числе				
					лекции	лабораторные	практические	СРС	
1.	Расчет моментов	7	1-2	9	2		2	5	индивидуальные отчеты по заданиям
2.	Расчет корреляционных функций	7	3-4	9	2		2	5	индивидуальные отчеты по заданиям
3.	Построение гистограммы распределения	7	5-6	9	2		2	5	индивидуальные отчеты по заданиям
4.	Сравнение распределений случайной величины	7	7-8	9	2		2	5	индивидуальные отчеты по заданиям
5.	Расчет энтропии	7	9-10	9	2		2	5	индивидуальные отчеты по заданиям
6.	Расчет функции взаимной информации	7	11-12	9	2		2	5	индивидуальные отчеты по заданиям
7.	Устранение трендов методом взятия разности	7	13-14	8	2		2	4	индивидуальные отчеты по заданиям
8.	Устранение трендов с помощью фильтрации	7	15-16	6	2		2	2	индивидуальные отчеты по заданиям
9.	Устранение сезонных компонент	7	17	4	1		1	2	индивидуальные отчеты по заданиям
Аттестация за 1 учебный семестр									<b>Зачет</b>
<b>Итого по курсу</b>				72	17		17	38	0

#### 4.2. Содержание дисциплины

1. Расчет эмпирического среднего, дисперсии, моментов высших порядков по экспериментальным данным. Получение несмещенных оценок.
2. Расчет взаимной корреляционной и автокорреляционной функций. Получение несмещенных, статистически однородных оценок.

3. Построение гистограммы одномерного и двумерного распределения. Нормирование гистограммы для получения оценки функции плотности вероятности.
4. Проверка гипотезы о том, что распределение случайной величины соответствует предполагаемой модели. Критерий Колмогорова-Смирнова.
5. Энтропия, как удобная характеристика распределения и мера упорядоченности. Расчет энтропии по экспериментальным данным.
6. Функция взаимной информации как мера связанности сигналов. Оценка функции взаимной информации по экспериментальным данным.
7. Понятие тренда. Устранение трендов путем взятия  $n$ -ой разности на примере линейного и квадратичного тренда.
8. Устранение тренда с использованием фильтров. Использование скользящего среднего.
9. Понятие о сезонных колебаниях. Устранение сезонности из временного ряда.

## **5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины**

При реализации различных видов учебной работы по данной дисциплине (лекции, практические занятия, самостоятельная работа) с целью создания условий для самоактуализации и самореализации обучающихся, предоставления возможностей для конструирования собственного знания, используются следующие современные образовательные технологии:

- информационно-коммуникационные технологии;
- конкурсное и соревновательное обучение;
- работа в малых группах;
- дискуссии на заданную тему;
- творческие занятия

Аудиторные занятия проводятся в форме лекций и практических занятий в компьютерном практикуме. Самостоятельная работа предполагает прежде всего самостоятельное выполнение студентом заданий компьютерного практикума, а также разбор лекционного материала и материала семинарских занятий

Курс построен таким образом, что лекционные и практические занятия тесно связаны друг с другом, лекционный материал подготавливает студента к выполнению соответствующего практического задания. Поскольку лекции носят практическую направленность, на них, часто в интерактивной форме, объясняются, в том числе, различные технические аспекты практических заданий. На лекционных занятиях проводятся экспресс-опросы по пройденному материалу. Часть лекций происходит в форме лекции-беседы, позволяющей привлечь внимание студентов к наиболее важным вопросам темы и определяющей темп изложения учебного материала с учетом индивидуальных особенностей студентов.

При проведении лекционных занятий используется персональный компьютер, мультимедийный проектор и интерактивный экран.

Практикум является главной формой занятий, т.к. развивает у студентов непосредственные навыки и служит закреплению полученного на лекциях материала.

В аудитории студенты должны отлаживать критически важные фрагменты программ, обсуждать с преподавателем структуру и ключевые особенности реализации алгоритмов, сда-

вать сделанные задания. Основная работа должна выполняться студентами в рамках самостоятельной работы.

Задания курса предполагают наличие у студентов базовых навыков программирования и логического мышления, поскольку все задания выполняются с помощью численных методов на компьютере. Тем не менее, практикум не ставит целью расширение знаний студента в области программирования. В качестве инструментария может применяться любой знакомый студенту язык программирования (Pascal, Fortran, Python, C или иной), может использоваться любая операционная система. Выбор средств разработки: языка и среды являются свободным для студента при соблюдении требований о технической и юридической возможности и правомочности использования выбранных средств.

### 5.1. Перечень практических заданий (примерный)

1. Вычисление начальных и центральных моментов случайной величины.

Цель работы: приобрести навыки оценки математического ожидания, дисперсии, коэффициента асимметрии, эксцесса случайной величины.

Задание: написать программу, реализующую вычисление соответствующих начальных и центральных моментов предложенного временного ряда.

2. Расчет корреляционных функций.

Цель работы: приобретение навыков расчета автокорреляционной и кросскорреляционной функций.

Задание: написать программу, реализующую построение автокорреляционной и кросскорреляционной функций.

3. Построение гистограмм распределения случайной величины.

Цель работы: приобрести навыки оценки функции и плотности распределения случайной величины.

Задание: реализовать алгоритм построения функции и плотности распределения случайной величины. Тестирование написанной программы на временном ряде случайной величине, распределенной по равномерному и нормальному закону. Проверка центральной предельной теоремы.

4. Сравнение распределений случайных величин.

Цель работы: приобрести навыки оценки функций распределения случайных величин.

Задание: написать программу, реализующую сравнение функций распределения случайных величин при помощи критерия Колмогорова-Смирнова.

5. Вычисление энтропии.

Цель работы: приобрести навыки оценки энтропии как меры упорядоченности сигнала.

Задание: написать программу реализующую вычисление энтропии сигнала по его временному ряду.

6. Вычисление функции взаимной информации.

Цель работы: приобрести навыки оценки связанности сигнала при помощи вычисления функции взаимной информации.

Задание: написать программу реализующую вычисление функции взаимной информации сигналов на основе их временных рядов.

7. Устранение трендов методом взятия разности.

Цель работы: приобрести навыки выявления наличия линейных и нелинейных трендов в сигнале, а также устранение при помощи метода взятия  $n$ -ой разности.

Задание: написать программу, реализующую устранение линейного и нелинейного трендов при помощи методов взятия 1-й и 2-й разности.

8. Устранение трендом с помощью фильтрации.

Цель работы: приобрести навыки устранения трендов при помощи фильтрации в окне.

Задание: написать программу позволяющую устранять тренды при помощи скользящего среднего.

9. Устранение сезонных компонент.

Цель работы: приобрести навыки выявления и устранения сезонных компонент.

Задание: написать программу, реализующую устранение сезонных компонент.

## **5.2. Условия обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья:**

- предоставление инвалидам по зрению или слабовидящим возможностей использовать крупноформатные наглядные материалы;
- организация коллективных занятий в студенческих группах с целью оказания помощи в получении информации инвалидам и лицам с ограниченными возможностями по здоровью;
- проведение индивидуальных коррекционных консультаций для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья;
- использование индивидуальных графиков обучения;
- использование дистанционных образовательных технологий.

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

### **6.1. Организация самостоятельной работы.**

Конспекты лекций и задания для практикума выдаются студентам свободно после каждой лекции. При необходимости, они также могут получить программное обеспечение, лицензия которого позволяет его свободное распространение, в частности интерпретатор языка Python и модули к нему, среду разработки Lazarus для программирования на языке FreePascal, среду разработки Code::Blocks и набор компиляторов gcc и другие средства, которые могут быть доступны в компьютерном классе или иметься на руках у преподавателя.

Основным критерием освоения студентами курса выступает успешное выполнение ими работ практических занятия. Все задания практикума строятся таким образом, чтобы как на завершающем, так и, по возможности, на промежуточных этапах можно было проконтролировать правильность выполнения. Для контроля правильности выполнения используются специальные тестовые примеры, для которых результат известен из теоретических соображений. Данные этих примеров могут даваться преподавателем либо, в ряде случаев генерироваться самими студентами. В ряде случаев действенным методом контроля правильности полученных результатов является использование уже отлаженных ранее программ, например, подсчитав энтропию временного ряда, записанного в файл, студент может использовать этот результат для проверки корректности работы своей программы.

### **6.2. Методические рекомендации студентам.**

- Систематически посещать лекции, а в случае пропуска занятий по уважительной причине в кратчайшие сроки ознакомиться с пропущенным материалом. Это позволит без лишнего напряжения и полно воспринять представленный материал, а также при выполнении практических заданий не потерять связь с лекционным курсом.
- На каждом практическом занятии иметь при себе тетрадь с лекциями по курсу.

- Стараться выполнять наиболее сложное задание в присутствии преподавателя, оставив для самостоятельной разработки более трудоемкие, но алгоритмически несложные части работы.
- При возникновении сложно преодолимых трудностей не стесняться консультироваться у преподавателя и обращаться к рекомендованной литературе.

### **6.3. Методические рекомендации преподавателю**

- Ознакомить студентов с программой курса, списком экзаменационных и контрольных вопросов, списком рекомендованной литературы и планом работы на семестр на первой лекции.
- Раздать студентам материалы для самостоятельной подготовки, в том числе и задания для вычислительной практики.
- Консультировать студентов по мере прослушивания курса и выполнения ими заданий самостоятельной подготовки.
- Во время лабораторных занятий стараться охватить наиболее сложные и неочевидные моменты.

### **6.4. Рекомендации по использованию информационных технологий.**

Кроме традиционного использования учебников, монографий и периодических научных изданий для более глубокого усвоения материала дисциплины целесообразно пользоваться ресурсами интернета и электронными учебными материалами, распространяемыми на компакт-дисках и пр.

Также приветствуется использование сетевых баз данных, библиотек методов и эталонных сигналов и прочих ресурсов, содержащих полезную информацию, способную расширить и углубить знания студентов в области обработки экспериментальных рядов.

### **6.5. Вопросы для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (в форме экзамена)**

1. Укажите метод расчёта эмпирического среднего, характеристики эмпирического среднего как оценки математического ожидания.
2. Укажите метод расчёта эмпирической дисперсии, характеристики эмпирической дисперсии как оценки теоретической.
3. Укажите формулы для расчёта центральных моментов 3-го и 4-го порядка: асимметрии и эксцесса.
4. Дайте определение взаимной корреляционной и автокорреляционной функций, укажите формулы для их оценок по экспериментальной выборке.
5. Раскройте вопрос о получении несмещённых, статистически однородных оценок взаимной корреляционной и автокорреляционной функций.
6. Укажите метод построения гистограммы одномерного распределения случайной величины по её выборке. Расскажите о нормировке.
7. Укажите метод построения гистограммы двумерного распределения случайной величины по её выборке.
8. Дайте определение критерия Колмогорова-Смирнова. Приведите алгоритм его реализации.
9. Объясните смысл энтропии по Шеннону, получите формулы для минимального и максимального значений энтропии.
10. Укажите способ расчёта энтропии Шеннона по экспериментальным данным на основе гистограммы распределения.

11. Объясните смысл функции взаимной информации для двух дискретных сигналов, выведите формулы для пределов ее изменения, укажите способ расчета по наблюдаемым реализациям через функцию энтропии.
12. Дайте определение понятию тренда. Поясните способ устранения тренда методом взятия первой разности.
13. Покажите основания, на которых строится методика устранения тренда путем фильтрации сигнала. Разберитесь подробнее метод использования скользящего среднего.
14. Раскройте понятие сезонных колебаний и основной принцип их устранения.

## 7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1– Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности в 7 семестре

1	2	3	4	5	6	7	8
Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	СМС	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
10	0	30	20	0	10	30	100

### 7.1. Программа оценивания учебной деятельности студента

#### *Лекции*

- Посещаемость, опрос, активность и др. за один семестр: от 0 до 10 баллов.

#### *Лабораторные занятия*

- учебным планом по данной дисциплине не предусмотрены.

#### *Практические занятия*

- выполнение практических заданий, предусмотренных рабочей программой: от 0 до 30 баллов.

#### *Самостоятельная работа*

- выполнение заданий лабораторных работ самостоятельно: от 0 до 20 баллов.

#### *Автоматизированное тестирование*

- не предусмотрено рабочей программой.

#### *Другие виды учебной деятельности*

- выполнение индивидуальных заданий по инициативе студента: от 0 до 10 баллов.

#### *Промежуточная аттестация (экзамен)*

- в зависимости от ответа студента на экзамене: от 0 до 30 баллов.

Подготовка студента к прохождению промежуточной аттестации осуществляется в ходе лекционных и практических занятий, а также во внеаудиторные часы в рамках самостоятельной работы студента. Во время самостоятельной подготовки студент пользуется конспектами лекций, основной и дополнительной литературой по дисциплине.

Промежуточная аттестация проводится в виде письменного экзамена. Во время проведения экзамена студент должен дать развернутый ответ на вопросы экзаменационного билета. Преподаватель вправе задавать дополнительные вопросы по всем разделам изучаемой дисциплины. Во время ответа студент должен продемонстрировать знания по всему материалу изучаемой дисциплины. Студент должен уметь разделять факты и их интерпретацию, владеть методами аргументирования своих утверждений, а также методами построения и анализа математических моделей технологических процессов и производственных систем. Полнота ответа определяется показателями оценивания планируемых результатов обучения (раздел 1 «Фонда оценочных средств»).

При проведении промежуточной аттестации:

ответ на «отлично» оценивается от 24 до 30 баллов;



- ответ на «хорошо» оценивается от 16 до 23 баллов;
- ответ на «удовлетворительно» оценивается от 8 до 15 баллов;
- ответ на «неудовлетворительно» оценивается от 0 до 7 баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 7 семестр по дисциплине «Анализ данных для решения социально-экономических задач» составляет 100 баллов.

Пересчет полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Анализ данных для решения социально-экономических задач» в оценку (экзамен) осуществляется в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Анализ данных для решения социально-экономических задач» в оценку (экзамен)

81– 100 баллов	«отлично»
61– 80 баллов	«хорошо»
40 – 60 баллов	«удовлетворительно»
0 – 39 баллов	«не удовлетворительно»

Текущие индивидуально набранные студентами баллы доводятся до их сведения 2 раза за семестр: в конце 6 и 12 недель обучения.

Оценка студентам, успешно прошедшим обучение по дисциплине «Анализ данных для решения социально-экономических задач», может быть проставлена без сдачи экзамена на основании рейтинговой оценки по решению преподавателя.

## 7.2. Контрольные вопросы.

1. Понятие случайной величины.
2. Временной ряд.
3. Математическое ожидание случайной величины.
4. Дисперсия случайной величины.
5. Коэффициент эксцесса.
6. Коэффициент асимметрии.
7. Функция распределение случайной величины.
8. Плотность распределения случайной величины.
9. Критерий Колмогорова.
10. Критерий Колмогорова-Смирнова.
11. Понятие автокорреляционной функции.
12. Кросскорреляционная функция.
13. Энтропия.
14. Функция взаимной информации.
15. Понятие тренда, линейный тренд, нелинейный тренд.
16. Устранение тренда методом взятия n-ой разности.
17. Фильтрация тренда.
18. Сезонные компоненты.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

### 8.1. Основная литература:

1. Статистический анализ данных, моделирование и исследование вероятностных закономерностей. Компьютерный подход [Электронный ресурс]: монография/ Б.Ю. Лемешко [и др.].—

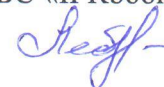
## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

### 8.1. Основная литература:

1. Статистический анализ данных, моделирование и исследование вероятностных закономерностей. Компьютерный подход [Электронный ресурс]: монография/ Б.Ю. Лемешко [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2011.— 888 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47719>
2. Введение в статистический анализ медицинских данных [Электронный ресурс]: учебное пособие для аспирантов/ Д.Н. Бегун [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургская государственная медицинская академия, 2014.— 118 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/54283>.— ЭБС «IPRbooks»

### 8.2. Дополнительная литература:

1. Курапова Е.В. Структуры и алгоритмы обработки данных [Электронный ресурс]: лабораторный практикум/ Курапова Е.В., Мачикина Е.П.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2015.— 23 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55501>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Самуйлов С.В. Алгоритмы и структуры обработки данных [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Самуйлов С.В.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2016.— 132 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47275>.— ЭБС «IPRbooks»



### 8.3. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Операционная система семейства Windows, либо Linux, либо Mac OS X.
2. Интернет браузер, например, Firefox, Google Chrome/Chromium или иные совместимые.
3. На выбор компилятор языка программирования и среда разработки, распространяемые под свободными лицензиями (GPL, LGPL, BSD, MIT и совместимые с ними):
  - a) Free Pascal и среда разработки Lazarus;
  - b) среда разработки Code::Blocks + компиляторы C, C++, D, Fortran;
  - c) OpenJDK Java или Scala + среда Eclipse;
  - d) Python + среда разработки IDLE.
4. Зональная библиотека им. В.А. Артисевич Саратовского государственного университета им Н.Г. Чернышевского – Режим доступа: <http://library.sgu.ru/>
5. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>

также доски. Перед лекциями студентам может выдаваться печатный вариант краткого конспекта лекций.

Практические занятия со студентами проходят в компьютерном классе, где установлено необходимое программное обеспечение и имеется достаточное количество персональных компьютеров. Также в классе имеется маркерная доска для обеспечения студентам рабочих общих моментов практикума.

Самостоятельная работа студента с теоретическим материалом возможна с использованием электронных ресурсов дома, в научной библиотеке, и других местах, постоянных доступ в Интернет при этом не обязателен. Также студент может дома решать задачи, используя домашний персональный компьютер, поскольку все задания практических занятий могут быть выполнены с использованием открытого свободного программного обеспечения.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 03.03.02 «Физика».


Программа одобрена на заседании кафедры динамического моделирования и биомедицинской инженерии 23 августа 2016 г., протокол № 8.

Автор: доцент кафедры динамического моделирования и биомедицинской инженерии, к.ф.-м.н. Корнилов М.В.

  
\_\_\_\_\_

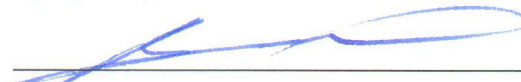
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

Зав. динамического моделирования и биомедицинской инженерии, д.ф.-м.н., доцент Селезнёв Е.П.

  
\_\_\_\_\_

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

Декан факультета нано- и биомедицинских технологий, д.ф.-м.н., профессор Вениг С.Б.

  
\_\_\_\_\_

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.