

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Смоленский государственный университет»

Кафедра математического анализа

«Утверждаю»
Проректор по учебно-
методической работе
_____ Ю.А. Устименко
«6» сентября 2022 г.

Рабочая программа дисциплины
Б1.В.ДВ.02.02 Статистическое моделирование социально-экономических процессов

Направление подготовки: 02.04.01 Математика и компьютерные науки
Направленность (профиль): Методы моделирования в анализе и стохастике
Форма обучения – очная
Курс – 2
Семестр – 3
Всего зачетных единиц – 3, часов – 108
Форма отчетности: зачет – 3 семестр

Программу разработал: кандидат физико-математических наук, доцент А.А. Хартов, ассистент Макаров А.И.

Одобрена на заседании кафедры
«30» августа 2022 г., протокол № 11

Смоленск
2022

1 Место дисциплины в структуре ООП.

Дисциплина "Статистическое моделирование социально-экономических процессов" (Б1.В.ДВ.02.02) входит в Блок 1 "Дисциплины (модули)", часть, формируемая участниками образовательных отношений, по направлению подготовки 02.04.01 Математика и компьютерные науки (направленность (профиль): Методы моделирования в анализе и стохастике), дисциплины по выбору. Изучается студентами 2 курса в 3 семестре.

Данная дисциплина логически и содержательно-методически связана со следующими дисциплинами: "Дискретные и вероятностные модели", "Математические модели в естественных науках", "Прикладной статистический анализ".

Освоение дисциплины является необходимой основой для освоения других дисциплин на 2 курсе, последующего прохождения практик.

Изучение данной дисциплины способствует формированию представлений студентов об основах методов статистического анализа экономических и социальных процессов; современных программных продуктах, необходимых для решения экономико-статистических задач; формированию умений исследовать на адекватность и значимость математические модели, возникающие в процессе анализа экономических и социальных процессов; осуществлять прогнозирование развития экономических и социальных процессов; формированию навыков статистического анализа экономических и социальных процессов на основе использования эмпирических данных; методикой построения, анализа и применения математических моделей для оценки состояния, и прогноза развития экономических и социальных явлений и процессов.

2 Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индикаторы достижения
ПК-1. Способен осуществлять поиск, анализ и систематизацию научной информации в области анализа и стохастики для реализации научно-исследовательских проектов	Знает: теоретические основы и технологии организации научно-исследовательской деятельности, современный аппарат, методологическую базу и сферу приложения анализа и стохастики, пути использования имеющихся знаний при проведении научно-исследовательской работы. Умеет: осуществлять поиск, анализ, систематизацию научной информации в области анализа и стохастики и их приложений для реализации научно-исследовательских проектов. Владеет: навыками организации и проведения научно-исследовательской деятельности в ходе выполнения профессиональных функций.
ПК-2. Способен применять методы стохастического и аналитического математического моделирования для решения прикладных задач	Знает: методы стохастического и аналитического математического моделирования. Умеет: выбирать методики разработки требований к модели, строить причинно-следственные связи, формулировать требования к модели и цели ее создания, исходя из анализа проблем, потребностей и возможностей, анализировать соответствие требованиям существующих моделей, алгоритмизировать деятельность. Владеет: навыками анализа проблемной ситуации, разработки требований к модели, постановки цели, разработки концепции модели, стохастического и аналитического математического моделирования для решения прикладных задач.

3 Содержание дисциплины

Методологические основы курса. Предмет «Статистическое моделирование социально-экономических процессов». Роль математических методов в экономике и социальных процессах. Основные математические предпосылки статистического анализа экономических и социальных процессов. Закон больших чисел, теорема Чебышева, неравенство Чебышева, Бернулли, Пуассона.

Этапы и проблемы математического моделирования в экономике и социальных процессах. Проверка распределения на нормальность, преобразование распределения к нормальному. Основные характеристики выборки. Оценки параметров.

Регрессия и корреляция. Статистическая зависимость случайных переменных. Анализ линейной статистической связи экономических и социальных данных. Содержание корреляционного анализа. Понятие функциональной, статистической и корреляционной зависимости. Коэффициент корреляции. Проверка статистических гипотез для оценки значимости корреляции. Оценка тесноты связи между переменными. Оценка тесноты связи между ординарными (порядковыми) переменными – коэффициенты ранговой корреляции. Нелинейная статистическая связь. Корреляционное отношение – как оценка тесноты нелинейной связи. Нелинейная регрессия. Корреляция для нелинейной регрессии. Средняя ошибка аппроксимации. Линейная множественная регрессия. Уравнение линейной множественной регрессии, нахождение ее параметров. Множественная корреляция. Корреляционная матрица. Коэффициент множественной корреляции. Коэффициент и индекс детерминации. Скорректированный коэффициент детерминации. Частная корреляция, частные коэффициенты корреляции. Оценка надежности результатов множественной регрессии и корреляции.

Метод наименьших квадратов. Основные предпосылки МНК. Гомоскедастичность и гетероскедастичность в остатках – как одна из предпосылок применения МНК. Метод проверки гомоскедастичности с помощью ранговой корреляции. Общие понятия о системах уравнений, используемых в рамках математических методов в экономике и социальных процессах. Экзогенные и эндогенные переменные. Приведенная форма модели. Понятие о двухшаговом методе (МНК).

Моделирование временных рядов. Основные понятия в теории временных рядов. Автокорреляция уровней временного ряда. Моделирование тенденции временного ряда. Моделирование сезонных и циклических колебаний. Применение фиктивных переменных для моделирования сезонных колебаний. Автокорреляция в остатках. Критерий Дарбина-Уотсона. Нахождение параметров уравнения регрессии при наличии автокорреляции в остатках. Понятия о динамических моделях в анализе экономических и социальных процессов. Оценка параметров моделей авторегрессии.

4 Тематический план

№	Темы	Всего часов	Формы занятий			
			Лекции	Практ. занятия	Лабор. занятия	Самостоятельная работа
1	Методологические основы курса	14	2	0	0	12
2	Регрессия и корреляция	34	4	0	6	24
3	Метод наименьших квадратов	16	2	0	2	12
4	Моделирование одномерных временных рядов	24	8	0	8	28

Всего	108	16	0	16	76
--------------	-----	----	---	----	----

5. Виды образовательной деятельности

Занятия лекционного типа

Лекция № 1. Методологические основы курса

1. Роль математических методов в экономике и социальных процессах.
2. Основные математические предпосылки статистического анализа экономических и социальных процессов.
3. Закон больших чисел, теорема Чебышева, неравенство Чебышева, Бернулли, Пуассона.
4. Этапы и проблемы математического моделирования в экономике и социальных процессах.

Лекция № 2. Регрессия и корреляция

1. Анализ линейной статистической связи экономических и социальных данных.
2. Содержание корреляционного анализа. Понятие функциональной, статистической и корреляционной зависимости. Коэффициент корреляции.
3. Проверка статистических гипотез для оценки значимости корреляции.
4. Оценка тесноты связи между переменными. Оценка тесноты связи между ординарными (порядковыми) переменными – коэффициенты ранговой корреляции.

Лекция № 3. Регрессия и корреляция

1. Линейная множественная регрессия. Уравнение линейной множественной регрессии, нахождение ее параметров.
2. Множественная корреляция. Корреляционная матрица. Коэффициент множественной корреляции.
3. Коэффициент и индекс детерминации. Скорректированный коэффициент детерминации.
4. Частная корреляция, частные коэффициенты корреляции. Оценка надежности результатов множественной регрессии и корреляции.

Лекция №4. Метод наименьших квадратов.

1. Гомоскедастичность и гетероскедастичность в остатках – как одна из предпосылок применения МНК.
2. Метод проверки гомоскедастичности с помощью ранговой корреляции.

Лекция № 5-6. Моделирование временных рядов.

1. Основные понятия в теории временных рядов.
2. Автокорреляция уровней временного ряда.
3. Моделирование тенденции временного ряда.

Лекция № 7-8. Моделирование временных рядов.

1. Моделирование сезонных и циклических колебаний.
2. Применение фиктивных переменных для моделирования сезонных колебаний.
3. Автокорреляция в остатках.

Занятия семинарского типа - лабораторные занятия

Лабораторное занятие № 1. Модели парной регрессии.

Исследуется вопрос о величине издержек по ряду предприятий, производящих одну и ту же продукцию.

Данные приведены в таблице:

x_i тыс. штук	1	2	3	4	5	3	4
y_i млн. руб.	30	50	100	80	150	90	120

Требуется:

- составить уравнение линейной регрессии y на x ;
- найти коэффициент корреляции и оценить его значимость;
- найти доверительный интервал для генерального коэффициента корреляции ($\lambda = 0,05$);
- найти доверительный интервал для коэффициента регрессии;
- сделать прогноз о значении y при $x = 7$; найти доверительный интервал для прогнозируемого значения.

Решить поставленные задачи вручную, с использованием офисной программы MS Excel.

Лабораторное занятие № 2. Нелинейная регрессия.

Исследуется зависимость между величиной расходов семьи на товары длительного пользования в зависимости от доходов семьи (в %).

Данные даны в таблице:

x_i	3	4	5	6	7
y_i %	27	29	31	32	25

- исследовать уравнение квадратической регрессии;
- найти корреляцию между x и y ;
- найти среднюю ошибку аппроксимации;
- найти доход семьи, при котором будет максимальный расход на товары длительного пользования.

Решить поставленные задачи вручную и с использованием офисной программы MS Excel.

Лабораторное занятие № 3. Модель линейной множественной регрессии.

Бюджетное обследование пяти случайно выбранных семей дал следующие результаты (в тыс. руб.).

Накопл.	S	3,0	6,0	5,0	3,5	1,5
Стоимость имущества	W	60	36	35	15	90
Доход	Y	40	55	45	30	30

Найти:

- уравнение линейной регрессии S на Y и W ;
- сделать прогноз о накоплениях семьи, имеющий доход 40 тыс. руб. и имущество стоимостью 25 тыс. руб.;
- найти множественный коэффициент корреляции и коэффициент детерминации.

Решить поставленные задачи вручную, с использованием офисной программы MS Excel.

Лабораторное занятие № 4. Метод наименьших квадратов.

Имеются данные о поступлении доходов y в бюджет некоторого крупного города в зависимости от численности работающих на крупных и средних предприятиях x – тыс. человек, y – млрд. руб. Данные даны в таблице.

x_i	3	6	8	18	20	24	32	35	40	41
y_i	4,5	7,2	13,5	20,3	21	24	26	38	48	50

Проверить линейную регрессию на гетероскедастичность, в случае ее обнаружения провести корректировку ее на гетероскедастичность.

Решить поставленные задачи вручную и с использованием офисной программы MS Excel.

Лабораторное занятие № 5-6. Моделирование тенденций временного ряда.

Дана таблица роста доходов фирмы (в %) в 2012 году за 10 месяцев по отношению к доходу фирмы в декабре 2011 года. Данные представлены в таблице:

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
y %	8,3	8,7	10,0	10,1	10,8	12,2	12,0	11,5	12,1	13,0

Среди трех трендов – линейного, гиперболического и экспоненциального выбрать наилучший.

Решить поставленные задачи вручную и с использованием офисной программы MS Excel.

Лабораторное занятие № 7-8. Моделирование сезонной компоненты временного ряда.

Имеются данные о потреблении мясной продукции в течение

4 лет поквартально жителями некоторого города. Найдите тренд, сезонную компоненту, оцените абсолютную ошибку. Сделайте прогноз о потреблении мясной продукции за следующие три месяца.

№ квартала	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Потребление семей (кг)	7,1	5,5	6,1	10,1	8,3	5,9	7,1	11,1	9,1	6,7	7,5	12,1	10,1

Решить поставленные задачи вручную и с использованием офисной программы MS Excel.

Самостоятельная работа

Вопросы для самостоятельного изучения

1. Доверительные интервалы для выборочного коэффициента корреляции и коэффициента регрессии.
2. Основные понятия дисперсионного анализа.
3. Частная корреляция, частные коэффициенты корреляции. Оценка надежности результатов множественной регрессии и корреляции.
4. Метод Монте-Карло в эконометрических исследованиях.
5. Построение прогнозов. Метод Санкевера. Тесты на устойчивость. Показатели качества прогнозов.
6. Критерий Дарбина-Уотсона и его практическое использование.
7. Нахождение параметров уравнения регрессии при наличии автокорреляции в остатках.
8. Авторегрессивное преобразование, процедура Кокрана-Оркатта.

9. Проверка распределения на нормальность, преобразование распределения к нормальному.
 10. Основные характеристики выборки.
 11. Оценки параметров.
 12. Нелинейная статистическая связь.
 13. Корреляционное отношение – как оценка тесноты нелинейной связи.
- Нелинейная регрессия.
14. Корреляция для нелинейной регрессии.
 15. Средняя ошибка аппроксимации.
 16. Нахождение параметров уравнения регрессии при наличии автокорреляции в остатках.
 17. Понятия о динамических моделях в анализе экономических и социальных процессов.
 18. Оценка параметров моделей авторегрессии.

6. Критерии оценивания результатов освоения дисциплины

6.1 Оценочные средства и критерии оценивания для текущей аттестации

Виды текущего контроля, предусмотренные рабочей программой дисциплины:

- 1) устный опрос по теоретическим вопросам лекций и вопросам для самостоятельного изучения;
- 2) выполнение заданий лабораторных работ.

1. Требования к устному ответу по теоретическим вопросам лекций и вопросам для самостоятельного изучения

Ответы студенты должны иллюстрировать конкретными примерами, опираться на нормативно-правовую базу, прослеживать связи между теоретическими и практическими положениями учебной дисциплины, применять теоретические знания к решению практических проблем.

Устный ответ предполагает: грамотность устной речи; убедительность устной речи; ясность, точность; строгую последовательность изложения; способность приводить практические иллюстрации для излагаемых теоретических положений.

Критерии оценки устного ответа

При оценке ответа учитывается: полнота и правильность ответа; логика изложения; степень осознанности и понимания изученного; связь теории с практикой.

«Отлично» ставится, если студент:	<ul style="list-style-type: none"> - обстоятельно и достаточно полно излагает материал; - обнаруживает полное понимание материала, может обосновать свои суждения, привести примеры; - строит ответ последовательно.
«Хорошо» ставится, если студент обнаруживает знание и понимание материала, однако:	<ul style="list-style-type: none"> - допускает единичные ошибки, но исправляет их самостоятельно после замечаний преподавателя; - не всегда может убедительно обосновать свое суждение; - допускает отдельные погрешности.
«Удовлетворительно» ставится, если студент обнаруживает знание и понимание основных теоретических положений темы, но:	<ul style="list-style-type: none"> -излагает материал недостаточно полно; - не может обосновать свои суждения и привести необходимые примеры; нарушает последовательность в изложении

	материала.
«Неудовлетворительно» ставится, если студент:	- обнаружил незнание большей части темы (раздела, вопроса); - при ответе на вопрос искажает его смысл; - излагает материал беспорядочно и неуверенно.

Оценка может быть поставлена студенту как за единовременный ответ, так и за ответ, рассредоточенный во времени, т.е. за сумму ответов, данных в процессе занятий.

2. Критерии оценивания заданий лабораторных работ.

Уровень выполнения	Оценка
Задача решена в полном объеме, алгоритмические и вычислительные ошибки отсутствуют, проведен анализ полученного решения.	5 (отлично)
Задача решена в полном объеме с незначительными техническими ошибками или отсутствует анализ результатов решения.	4 (хорошо)
Задача решена не полностью или в решении присутствуют ошибки алгоритмического характера, незначительно влияющие на ход решения.	3 (удовлетворительно)
Задача не решена или в решении присутствует значительное количество ошибок алгоритмического характера, существенно влияющих на ход решения.	2 (неудовлетворительно)

6.2. Оценочные средства и критерии оценивания для промежуточной аттестации

Критерий получения зачета

Зачет выставляется по результатам работы студента в течение семестра согласно Положению о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Смоленский государственный университет».

Для получения зачета студент должен:

- ответить на теоретические вопросы, рассмотренные на лекциях и вопросы для самостоятельного изучения на положительную оценку (не ниже, чем «удовлетворительно»);
- выполнить все задания лабораторных работ и задания для самостоятельного выполнения на положительную оценку (не ниже, чем «удовлетворительно»).

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

7.1 Основная литература

1 *Гармаш, А. Н.* Экономико-математические методы и прикладные модели: учебник для бакалавриата и магистратуры / А. Н. Гармаш, И. В. Орлова, В. В. Федосеев ; под редакцией В. В. Федосеева. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 328 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-3698-8. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/406453>

2 *Королев, А. В.* Экономико-математические методы и моделирование: учебник и практикум для вузов / А. В. Королев. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 280 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00883-8. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/470088>

3 *Смагин, Б. И.* Экономико-математические методы: учебник для вузов / Б. И. Смагин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 272 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9814-6. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/471903>

4 *Дубина, И. Н.* Основы математического моделирования социально-экономических процессов: учебник и практикум для вузов / И. Н. Дубина. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 349 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00501-1. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/469717>

7.2 Дополнительная литература

1 Статистика. В 2 ч. Часть 1: учебник и практикум для вузов / В. С. Мхитарян [и др.]; под редакцией В. С. Мхитаряна. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 249 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09353-7. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/475170>

2 Теория статистики с элементами эконометрики в 2 ч. Часть 2: учебник для вузов / В. В. Ковалев [и др.]; ответственный редактор В. В. Ковалев. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 348 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04023-4. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/470795>

3 *Черткова, Е. А.* Статистика. Автоматизация обработки информации: учебное пособие для вузов / Е. А. Черткова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 195 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01429-7. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/471254>

4 *Мардас, А. Н.* Эконометрика: учебник и практикум для вузов / А. Н. Мардас. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 180 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8164-3. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/470285>

5 Статистика: учебник для вузов / под редакцией И. И. Елисеевой. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 361 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04082-1. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468415>

6 *Толстова, Ю. Н.* Математическая статистика для социологов: учебник и практикум для вузов / Ю. Н. Толстова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 258 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03244-4. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/469137>

7 *Берикашвили, В. Ш.* Статистическая обработка данных, планирование эксперимента и случайные процессы: учебное пособие для вузов / В. Ш. Берикашвили, С. П. Оськин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 164 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09216-5. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/473180>

8 Анализ данных: учебник для вузов / В. С. Мхитарян [и др.]; под редакцией В. С. Мхитаряна. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 490 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00616-2. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/469022>

9 Косников, С. Н. Математические методы в экономике: учебное пособие для вузов / С. Н. Косников. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 170 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04098-2. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/472077>

7.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Основы математической статистики. URL: <http://www.intuit.ru/studies/courses/514/370/info>.
2. Эконометрика. URL: <http://www.intuit.ru/studies/courses/548/404/info>.
3. Макроэкономические данные с возможностью экспорта в формате xls. URL: <https://fred.stlouisfed.org/>.

8. Материально-техническое обеспечение

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие программе дисциплины (модулей), учебная ауд. 224 на 12 посадочных мест.

Перечень материально-технического обеспечения, необходимого для реализации курса, включает в себя лабораторию, оснащенную персональными компьютерами, объединенные в сеть с выходом в Интернет, проектором и интерактивной доской, ауд.224 на 12 посадочных мест и 6 парт (12 посадочных мест).

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета, ауд.224 на 12 посадочных мест и 6 парт (12 посадочных мест).

9. Программное обеспечение

- 1 Операционная система MS Windows.
- 2 Система программирования MS Visual Studio 19 и выше (язык программирования C#).
- 3 Пакет программ Microsoft Office 19 и выше.
- 4 Поисковые системы сети Интернет.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 03B6A3C600B7ADA9B742A1E041DE7D81B0
Владелец: Артеменков Михаил Николаевич
Действителен: с 04.10.2021 до 07.10.2022