**Санкт-Петербургский филиал федерального государственного
автономного образовательного учреждения высшего профессионального
образования "Национальный исследовательский университет**

**"Высшая школа экономики"**

Факультет «Школа экономики и менеджмента»

**Программа дисциплины**

# «Эконометрика»

для направления 38.04.02. «Менеджмент»

подготовки магистра

для магистерской программы

«Маркетинговые технологии»

Автор программы:

Светуньков С.Г., д.э.н, профессор, ssvetunkov@hse.ru

Согласована начальником ОСУП в магистратуре

 «\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_2015 г.

 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Утверждена академическим руководителем

ОП Маркетинговые технологии

 «\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_2015 г.

С.Г.Светуньков \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Санкт-Петербург, 2015

*Настоящая программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения кафедры-разработчика программы.*

# Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа учебной дисциплины «Эконометрика» устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям студента и определяет содержание и виды учебных занятий и отчётности.

Учебная дисциплина является обязательной в рамках специализации. Программа предназначена для студентов направления подготовки 38.04.02. «Менеджмент», обучающихся по магистерским программам.

Программа разработана в соответствии с образовательной магистерской программой 38.04.02. «Менеджмент» и рабочим учебным планом (РУП) НИУ ВШЭ по направлению подготовки 38.04.02. «Менеджмент».

# Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Эконометрика» заключается в изучении современных методов статистической оценки экономических моделей, используемых в современном менеджменте.

В результате освоения дисциплины «Эконометрика» формируются ключевые компетенции студента, исходя из которых, студент должен:

Знать

* Основные типы экономических моделей,
* Основные этапы построения этих моделей,
* Основные статистические методы оценки коэффициентов экономических моделей,
* Современные направления эконометрики,
* Методологию эконометрического моделирования.

Уметь

* Использовать изученные методы эконометрического моделирования,
* Применять современные методы эконометрического моделирования области маркетинга,
* Методически правильно использовать эконометрические методы в области маркетинга,
* Выбирать эконометрическую модель, соответствующую целям и задачам исследования,
* Верифицировать результаты эконометрического моделирования,
* Оформлять результаты исследования.

Иметь навыки (приобрести опыт):

* Построения эконометрических моделей,
* Использования эконометрических моделей для разнообразных маркетинговых задач;
* Подготовки и принятия решений по результатам эконометрического моделирования.

В результате освоения дисциплины студент осваивает следующие компетенции:

| Компетенция | Код по ФГОС/ НИУ | Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)  | Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции |
| --- | --- | --- | --- |
| способность развивать свой общекультурный и профессиональный уровень и самостоятельно осваивать новые методы исследования | ОК-1 | Дает определение основным понятиям маркетинговых исследований; обосновывает свою точку зрения; оценивает другие мнения по обсуждаемой теме; использует представленные инструменты. | Темы для самостоятельного изучения, задания для самостоятельного выполнения, командная аудиторная работа, разбор кейсов, обсуждения. |
| способностью самостоятельно приобретать и использовать новые знания и умения | ОК-3 | Самостоятельно осуществляет поиск информации; формирует решение поставленной на обсуждение проблемы; самостоятельно изучает зарубежный и российский опыт управления маркетинговой деятельностью компании. | Контрольная работа, разбор кейсов, индивидуальные задания, обсуждение примеров. |
| обладает навыками публичных деловых и научных коммуникаций  | ОК-6 | Выступает перед группой со своим решением поставленной проблемы; докладывает группе выполненную контрольную работу. | Доклады на занятиях, индивидуальные и групповые презентации. |
| способностью разрабатывать программы организационного развития и изменений и обеспечивать их реализацию  | ПК-4 | Применяет полученные теоретические знания в области маркетинговых исследований при работе над своим проектом. | Работа над проектом в рамках проектного метода обучения. Работа над учебным проектом. |
| владением методами стратегического анализа  | ПК-7 | Применяет и обосновывает выбор инструментария маркетинговых исследований | Разбор кейсов, индивидуальное задание |

# Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Эконометрика» относится к блоку обязательных дисциплин специализации «Маркетинг». Для успешного усвоения материала необходимо, чтобы студентами был уже освоен базовый комплекс экономических дисциплин, они владели маркетинговыми понятиями и хорошо себе представляют практические задачи в этой области, имели подготовку в области математической статистики.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах:

«Стратегический менеджмент»

«Маркетинг-менеджмент»
 «Математическая статистика» или бакалаврский курс «Эконометрика»

Для освоения учебной дисциплины, студенты должны владеть следующими знаниями и компетенциями:

Знать основные положения маркетинга,

Понимать основные функции маркетинга в компании,

Знать процесс принятия потребителем решения о покупке,

Знать количественные методы в менеджменте.

# Тематический план учебной дисциплины

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Наименование темы | Всего | Аудиторные часы |
|  |  | по дисциплине | лекции | сем. и практ. занятия | самостоятельная работа |
|  | Экономико-математическое моделирование, эконометрика и маркетинг |  | 2 | 0 | 8 |
|  | Эконометрическое моделирование обратимых процессов |  | 3 | 8 | 30 |
|  | Эконометрическое моделирование необратимых процессов |  | 3 | 8 | 30 |
|  | Эконометрические модели маркетинга |  | 2 | 6 | 22 |
|  | Эконометрическое прогнозирование в маркетинге |  | 2 | 6 | 22 |
|  | **Всего часов** | 152 | 12 | 28 | 112 |

# Формы контроля знаний студентов

|  |  |
| --- | --- |
| Итоговый экзамен по дисциплине: |  40% |
| Работа в модуле: | 60% |
| Работа в модуле состоит из: |
| Виды контроля  | Количество заданий одного типа  | Вес в итоговой оценке |
| Контрольная работа | 1 | 5% |
| Выполнение заданий в аудитории (практикум) | 5 | 30% |
| Домашнее задание  | 1 | 10% |
| Реферат | 1 | 15% |

## Критерии оценки знаний, навыков

При написании индивидуального задания студент должен продемонстрировать аналитические способности в поиске и анализе необходимой информации по конкретной теме, логично и структурировано выстроить работу, уметь применить полученный знания в рамках лекционных и практических занятий при изучении проекта (компании). При выполнении работы студент должен продемонстрировать умение самостоятельно делать подборку интересного и актуального материала на предложенные темы.

Экзамен проводится в виде письменного теста. На экзамене проверяются теоретические знания по рассмотренным в рамках курса темам, отличная оценка ставиться при логичном изложении мыслей и материала, а также, если при ответе студент владеет дополнительной информацией по данному вопросу (аналитика, факты, статистика, другие мнения и точки зрения на рассматриваемую проблему).

Оценки по всем формам контроля выставляются по 10-ти бальной шкале.

# Содержание дисциплины «Эконометрика»

***Тема 1. Экономико-математическое моделирование, эконометрика и маркетинг***Виды моделей, используемых в современной науке: словесные, графические, математические, имитационные (аналоговые). Эконометрика как наука о статистическом наполнении экономических моделей. Основные модели маркетинга и задачи эконометрического моделирования.

Общий объем самостоятельной работы 8 часов, из них 2 часа на изучение классификаций экономико-математических методов и моделей, 2 часа на изучение в учебной и научной литературе определений понятия «Эконометрика», а также истории развития этого научного направления. Оставшиеся 4 часа отводится на выбор темы реферата (анализ информации, поиск необходимой литературы и т.п.).

Литература по разделу:

1. Айвазян С.А., Иванова С.С. Эконометрика. – М.: Университетская серия, 2010. – 104 с.

2. Тимофеев В.С., Фаддеенков А.В., Щеколдин В.Ю. Эконометрика. Учебник. – М.: Юрайт, 2014. – 328 с.

***Тема 2. Эконометрическое моделирование обратимых процессов*** Отличительные черты экономики и экономических процессов. Обратимые и необратимые процессы: их отличительные черты и характеристики. Экономические модели, используемые для моделирования обратимых процессов. Инструменты статистического моделирования обратимых и необратимых процессов. Корреляционно-регрессионный анализ как основа эконометрики обратимых экономических процессов. Суть выборочного метода и его основные инструменты: математическое ожидание, дисперсия, регрессии, метод максимального правдоподобия, метод наименьших квадратов, коэффициент парной корреляции.

Общий объем самостоятельной работы 30 часов, из них 5 часов на изучение экономико-математических моделей, которые приемлемы для описания обратимых процессов, 10 часов на изучение основных понятий математической статистики. Оставшиеся 15 часов отводится на подготовку к контрольной работе.

Литература по разделу:

1. Айвазян С.А., Иванова С.С. Эконометрика. – М.: Университетская серия, 2010. – 104 с.

2. Тимофеев В.С., Фаддеенков А.В., Щеколдин В.Ю. Эконометрика. Учебник. – М.: Юрайт, 2014. – 328 с.

***Тема 3. Эконометрическое моделирование необратимых процессов*** Обратимые процессы: эволюционные и хаотические. Суть эволюционных процессов. Математические методы и модели, соответствующие эволюционной динамике. Адаптация и адаптивные методы. Структуры эконометрических моделей эволюционной динамики. Хаотические процессы в экономике и направления их статистической обработки.

Общий объем самостоятельной работы 30 часов, из них 5 часов на изучение экономико-математических моделей, которые приемлемы для описания необратимых процессов, 10 часов на изучение основных методов адаптации регрессионных моделей. Оставшиеся 15 часов отводится на подготовку к контрольной работе.

Литература по разделу:

1. Светуньков И.С. Методы социально-экономического прогнозирования [Электронный ресурс] : Учебник и практикум для академического бакалавриата: В 2 т Учебник и практикум для академического бакалавриата/ И.Г. Светуньков, С.Г. Светуньков.- М.: Издательство Юрайт  2015.- Т.1. Теория и методология.- 351 с.- – Доступ по паролю:[http://www.biblio-online.ru](https://mail2.hse.ru/owa/redir.aspx?SURL=Zpbmu891n6zVhdZnn0MFcO7GU-Glx3C9sVttGK5_sBBeUcEU0rLSCGgAdAB0AHAAOgAvAC8AdwB3AHcALgBiAGkAYgBsAGkAbwAtAG8AbgBsAGkAbgBlAC4AcgB1AA..&URL=http%3a%2f%2fwww.biblio-online.ru)  (Электронно-библиотечная система «Юрайт).

***Тема 4. Эконометрические модели маркетинга***

Объекты маркетинга. Элементы, взаимосвязи и процессы маркетинга, которые могут быть предметом эконометрического моделирования: спрос, товар, цена, коммуникации, система сбыта, конкуренция, экономическая конъюнктура и т.п.

Общий объем самостоятельной работы 22 часа, из них 5 часов на изучение свойств того объекта маркетинга, который выбран для эконометрического моделирования, 7 часов на сбор данных об этом объекте для его последующего моделирования. Оставшиеся 10 часов отводится на расчёт эконометрической модели.

Литература по разделу:

1. Светуньков И.С. Методы социально-экономического прогнозирования [Электронный ресурс] : Учебник и практикум для академического бакалавриата: В 2 т Учебник и практикум для академического бакалавриата/ И.Г. Светуньков, С.Г. Светуньков.- М.: Издательство Юрайт 2015.- Т.1. Теория и методология.- 351 с.- – Доступ по паролю:http://www.biblio-online.ru (Электронно-библиотечная система «Юрайт).

***Тема 5. Эконометрическое прогнозирование в маркетинге***

Понятие «прогноз», основные методы прогнозирования. Эконометрические методы краткосрочного прогнозирования, эконометрические методы среднесрочного прогнозирования, эконометрические методы долгосрочного прогнозирования.

Общий объем самостоятельной работы 22 часа, из них 5 часов на изучение теории прогнозирования, 7 часов на выполнение прогнозных расчётов и оставшиеся 10 часов отводится на написание реферата.

Литература по разделу:

1. Светуньков И.С. Методы социально-экономического прогнозирования [Электронный ресурс] : Учебник и практикум для академического бакалавриата: В 2 т Учебник и практикум для академического бакалавриата/ И.Г. Светуньков, С.Г. Светуньков.- М.: Издательство Юрайт 2015.- Т.1. Теория и методология.- 351 с.- – Доступ по паролю:http://www.biblio-online.ru (Электронно-библиотечная система «Юрайт).

2 Лукашин, Ю. П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов : учеб. пособие / Ю. П. Лукашин. — М. : Финансы и статистика, 2003.

# Образовательные технологии

Образовательные технологии, используемые при реализации учебной работы: лекции и семинары, разбор кейсов, командная работа, проектная работа, индивидуальные и групповые презентации, дискуссии и доклады, компьютерное моделирование.

# Оценочные средства для текущего контроля и аттестации студента

## Тематика заданий текущего контроля

Контрольная работа №1. Основные понятия эконометрического моделирования.

Практикум №1. Расчёт парных корреляций и интерпретация их значения.

Практикум №2. Построение однофакторной регрессионной модели.

Практикум №3. Построение адаптивных эконометрических моделей.

Практикум №4. Краткосрочное прогнозирование.

Практикум №5. Среднесрочное прогнозирование.

# Порядок формирования оценок по дисциплине

Преподаватель оценивает работу студентов на семинарских и практических занятиях (работа в семестре). Оценки за работу на семинарских и практических занятиях преподаватель выставляет в рабочую ведомость. Результирующая оценка по 10-ти бальной шкале за работу на семинарских и практических занятиях определяется перед итоговым контролем.

Преподаватель оценивает самостоятельную работу студентов: правильность выполнения домашних работ, контрольных работ, полнота освещения темы, которую студент готовит для выступления с индивидуальным заданием. Оценки за самостоятельную работу студента преподаватель выставляет в рабочую ведомость. Результирующая оценка по 10-ти бальной шкале за самостоятельную работу определяется перед итоговым контролем.

Результирующая оценка за текущий контроль учитывает результаты студента по текущему контролю следующим образом:

|  |  |
| --- | --- |
| Итоговый экзамен по дисциплине: | 40% |
| Накопительная оценка (работа в семестре): | 60% |
| Работа в семестре состоит из: |
| Виды контроля  | Количество заданий одного типа  | Вес в итоговой оценке |
| Контрольная работа | 1 | 5% |
| Выполнение заданий в аудитории (практикум) | 5 | 30% |
| Индивидуальное задание | 1 | 10% |
| Реферат | 1 | 15% |

#  Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

## Базовая литература

1. Айвазян С.А., Иванова С.С. Эконометрика. – М.: Университетская серия, 2010. – 104 с.

2. Тимофеев В.С., Фаддеенков А.В., Щеколдин В.Ю. Эконометрика. Учебник. – М.: Юрайт, 2014. – 328 с.

3. Светуньков И.С. Методы социально-экономического прогнозирования [Электронный ресурс] : Учебник и практикум для академического бакалавриата: В 2 т Учебник и практикум для академического бакалавриата/ И.Г. Светуньков, С.Г. Светуньков.- М.: Издательство Юрайт 2015.- Т.1. Теория и методология.- 351 с.- – Доступ по паролю:http://www.biblio-online.ru (Электронно-библиотечная система «Юрайт).

## Основная литература

1. *Айвазян, С. А.* Прикладная статистика и основы эконометрики: учебник для вузов / С. А. Айвазян, В. С. Мхитарян. — М. : ЮНИТИ, 1998.
2. *Лукашин, Ю. П*. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов : учеб. пособие / Ю. П. Лукашин. — М. : Финансы и статистика, 2003.
3. *Магнус, Я. Р.* Эконометрика. Начальный курс : учебник / Я. Р. Магнус, П. К. Катышев, А. А. Пересецкий. — 6-е изд., перераб. и доп. — М. : Дело, 2004.
4. *Ханк, Д. Э.* Бизнес – прогнозирование : пер. с англ. / Д. Э. Ханк, Д. У. Уичери, А. Дж. Райтс. — 7-е изд. — М. : Издательский дом «Вильямс», 2003.
5. *Brown, Robert Goodell*. Smoothing, Forecasting and Prediction of Discrete Time Series / Robert Goodell Brown. — Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall, 1963.
6. *Hyndman Rob J., Koehler Anne B., Ord J. Keith, Snyder Ralph D.* Forecasting with Exponential Smoothing: the state space approach. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008.
7. *Makridakis, Spyros G.* Forecasting: Methods and Applications / Spyros G. Makridakis, Steven C. Wheelwright, Rob J. Hyndman. — Wile*y*, 1998.

## Дополнительная литература

1. *Афанасьев, В. Н.* Анализ временных рядов и прогнозирование : учебник / В. Н. Афанасьев, М. М. Юзбашев. — М. : Финансы и статистика ; ИНФРА-М, 2010.
2. *Вентцель, Е. С.* Теория вероятностей : учебник / Е. С. Вентцель. — М. : КНОРУС, 2010.
3. *Левицкий, Е. М.* Адаптация в моделировании экономических систем / Е. М. Левицкий. — Новосибирск : Наука ; Сиб. отд-ние, 1977.
4. *Маленво, Э.* Статистические методы эконометрии. Вып. 2 / Э. Маленво. — М. : Статистика, 1976.
5. *Плотинский, Ю. М.* Модели социальных процессов / Ю. М. Плотинский. — M. : Логос, 2001.
6. *Светуньков, С. Г.* Количественные методы прогнозирования эволюционных составляющих экономической динамики / С. Г. Светуньков. — Ульяновск : Изд-во УлГУ, 1999.
7. *Слуцкий, Е. Е.* Экономические и статистические произведения : избранное / Е. Е. Слуцкий. — М. : Эксмо, 2010.
8. *Талеб, Нассим Николас.* Черный лебедь. Под знаком непредсказуемости / Нассим Николас Талеб. — М. : Издательство КоЛибри, 2009.
9. *Форрестер, Дж.* Динамика развития города / Дж. Форрестер. — М. : Прогресс, 1974.
10. *Форрестер, Дж.* Мировая динамика / Дж. Форрестер. — М. : Наука, 1978.
11. *Armstrong, J. Scottt.* Making progress in forecasting / J. Scott Armstrong, Robert Fildes // International Journal of Forecasting. 2006. Vol. 22. Р. 433—441.

# Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аппаратура для лекций и семинаров: проектор, экран, ноутбук, колонки, компьютерный класс для практикумов.

Аппаратура для просмотра видео-ролика: проектор, экран, ноутбук, колонки.

Программное обеспечение: Microsoft Office (Word, Power Point, Excel), SPSS 20.

# Задания для практикумов (типовые)

Задание 1. На сайте Госкомстата ([www.gks.ru](http://www.gks.ru/)) найдите данные по базовым индексам потребительских цен за последние 10 лет.

Импортируйте данные в MS Excel, используя функцию «Вставить – Линейный график» постройте график изменения индекса цен. Что можно сказать о динамике индекса цен?

Используя функцию MS Excel «ЧАСТОТА» сформируйте таблицу частот появления индекса цен (за основу возьмите значения от 1 до 1,2 с шагом 0,05). На основе полученной таблицы постройте гистограмму. Какое значение встречается чаще остальных?

Есть ли в ваших данных выбросы? Чем они могут быть вызваны? Можно ли их убрать? Если да, то чем их лучше заменить?

Задание 2. Исследователь изучает работу курьерской службы. Для этого он собрал следующие данные:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Хрупкое содержимое** | **Доставка в черте города** | **Класс посылки** | **Температура на улице (в градусах по Цельсию)** | **Время доставки (в минутах)** |
| 1 | 1 | 3 | 10 | 61 |
| 0 | 0 | 2 | 12 | 54 |
| 1 | 0 | 2 | 5 | 41 |
| 0 | 1 | 1 | 7 | 13 |
| 0 | 0 | 1 | 8 | 15 |
| 1 | 1 | 3 | 10 | 55 |
| 0 | 1 | 3 | 13 | 71 |
| 0 | 0 | 2 | 11 | 53 |
| 0 | 0 | 3 | 5 | 67 |
| 1 | 1 | 2 | 3 | 51 |
| 1 | 0 | 3 | 5 | 23 |
| 1 | 1 | 3 | 2 | 120 |

Хрупкое содержимое - это переменная, которая принимает значение «1», если посылка содержит хрупкие предметы и «0» в противном случае.

Доставка в черте города - «1», если доставка осуществляется в черте города, «0» - в противном случае.

Класс посылки - чем ниже значение, тем более важная посылка с более приоритетной доставкой.

Температура на улице - средняя температура воздуха днём во время доставки посылки.

Время доставки - время, прошедшее с момента получения посылки до момента её доставки.

Исследователь считает, что между некоторыми переменными может существовать связь, поэтому ему нужно рассчитать коэффициенты, которые покажут наличие либо отсутствие этих связей. Определите, какие коэффициенты нужно использовать для расчёта силы связи между разными переменными. Проведите расчёты коэффициентов. Имеется ли какая-нибудь зависимость между «хрупкостью содержимого» и «доставкой в черте города»? Если есть, то какая? Есть ли связь между «Классом посылки» и «временем доставки»? Если есть, то какая именно? Связаны ли между собой «температура на улице» и «Время доставки»?

Задание 3. Аналитик попытался дать прогноз по продажам автомобилей своей компании на год вперёд на основе исторических данных. Для этого он использовал процедуру ретропрогноза, построил несколько моделей и выбрал из них две наилучшие. В вашем распоряжении имеются прогнозы по этим двум моделям, а так же ряд фактических значений, которые аналитик сохранил для сравнения точности моделей (см. таблицу ниже).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Месяц** | **Факт** | **Модель 1** | **Модель 2** |
| Январь 2012 | 6002.7 | 6459.8 | 6408.9 |
| Февраль 2012 | 6370.5 | 6340.4 | 6202.8 |
| Март 2012 | 7664.1 | 7352.9 | 7236.4 |
| Апрель 2012 | 6969.6 | 7346.4 | 7241.8 |
| Май 2012 | 6963.9 | 7191.6 | 7522.7 |
| Июнь 2012 | 7576.8 | 7350.0 | 8012.3 |
| Июль 2012 | 6618.6 | 6893.6 | 7114.9 |
| Август 2012 | 7473.6 | 7118.6 | 7867.3 |
| Сентябрь 2012 | 7668.0 | 7598.0 | 8111.4 |
| Октябрь 2012 | 7725.0 | 7727.7 | 8321.6 |
| Ноябрь 2012 | 7223.1 | 7092.9 | 7066.8 |
| Декабрь 2012 | 6461.4 | 6768.1 | 6398.4 |

На основе данных таблицы постройте линейные графики и сравните точность прогнозов по этим двум моделям. Какие особенности можно выделить в том, как каждая из моделей прогнозирует динамику продаж?

Рассчитайте необходимые коэффициенты для того, чтобы получить наиболее полную информацию о том, насколько точный каждая из моделей в среднем даёт прогноз.

Какой из моделей стоит отдать предпочтение и почему?

Задание 4. По 15 наблюдениям о стоимости чипсов в Санкт-Петербурге студент рассчитал среднюю величину и простую (не исправленную) дисперсию, которые получились соответственно 48,5 рублей и 225.

Рассчитайте исправленную дисперсию для этой ситуации. Рассчитайте дисперсию средней величины. Проверьте гипотезу о том, что средняя стоимость чипсов в генеральной совокупности равна 50. Проверьте гипотезу о том, что средняя стоимость чипсов в генеральной совокупности равна 45. Противоречат ли результаты проверки данной гипотезы результатам проверки в п.3?

На основе t-статистики Стьюдента постройте 90% доверительный интервал для средней величины.

Проверьте гипотезу о том, что дисперсия средней величины равна 10.

Студент так же собрал данные по стоимости чипсов в Москве. По 13 наблюдениям средняя величина составила 53 рубля, а дисперсия - 144. Проверьте гипотезу о том, что средняя стоимость чипсов В Санкт-Петербурге и Москве одинакова.

Задание 5. Студент решил собирать данные о стоимости своих обедов по дням и количестве пар в день (см. Данные таблицы).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Затраты на обед в столовой (в руб.)** | 150 | 120 | 125 | 130 | 150 | 145 | 135 | 120 | 100 | 150 |
| **Количество пар в день** | 5 | 2 | 2 | 2 | 4 | 3 | 3 | 2 | 1 | 4 |

По этим данным рассчитайте значение коэффициента корреляции. О чём говорит полученное значение?

Постройте точечную диаграмму зависимости стоимости обеда от количества пар.

Постройте модель линейной парной регрессии зависимости стоимости обеда от количества пар в день. Нанесите расчётные значения на точечную диаграмму из п.2.

Как вы считаете, насколько хорошо линейная модель описывает эту зависимость? Проведите расчёты, которые подкрепляли бы ваш вывод.

Студент решил, что, возможно, зависимость может носить нелинейный характер. Он решил построить степенную модель вида: . Рассчитайте коэффициенты этой модели и нанесите расчётные значения на график.

Проведите корректировку модели так, чтобы избежать систематического завышения (чтобы сумма ошибок была равна нулю).

Оцените точность второй модели. Проведите расчёты, которые помогли бы вам это сделать.

Сравните первую модель со второй моделью. Какой из них вы бы отдали предпочтение и почему?

Задание 6. Студент продолжает проводить исследование по стоимости обедов. Он не любит гречневую кашу, поэтому, когда в столовой не остаётся ничего другого в качестве гарнира, он не берёт гарнир вообще. В этот раз он решил зафиксировать такие ситуации в качестве фиктивных переменных. Кроме того, он подумал, что температура на улице может влиять на затраты на обед, поэтому зафиксировал и эти данные. Все полученные данные он свёл в следующую таблицу:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Затраты на обед в столовой (в руб.)** | 150 | 120 | 125 | 130 | 150 | 145 | 135 | 120 | 100 | 150 |
| **Количество пар в день** | 5 | 2 | 2 | 2 | 4 | 3 | 3 | 2 | 1 | 4 |
| **Есть только гречневая каша** | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| **Температура на улице, в градусах по Цельсию** | 15 | 13 | 14 | 10 | 14 | 13 | 12 | 9 | 11 | 15 |

Оцените наличие возможной мультиколлинеарности в данных путём построения матрицы корреляций и расчёта коэффициентов множественной корреляции. Есть ли мультиколлинеарность в данных? Чем она может быть вызвана? Нужно ли и можно ли её устранить?

Постройте матрицу точечных диаграмм. Попытайтесь определить, каким может быть влияние предложенных переменных на затраты на обед.

На основе предыдущих пунктов попробуйте оценить, с какими проблемами вы могли бы столкнуться при построении линейной регрессии. Как можно было бы их решить?

Постройте простую линейную модель множественной регрессии, объясняющую влияние указанных переменных на затраты на обед.

Рассчитайте значимость коэффициентов полученной модели. Действительно ли наличие гречневой каши существенно влияет на затраты на обед студента?

Используя принцип синтеза однофакторных моделей в многофакторную, постройте модель множественной регрессии по своим данным.

Задание 7. Работник магазина «Двушечка», занимающегося продажей настольных ламп, решил спрогнозировать продажи ламп на основе их характеристик. Он считает, что цвет и форма лампы могут влиять на её продажи. Для того чтобы проверить эту гипотезу и суметь спрогнозировать объём продаж новой партии красных ламп на длинных ножках, он разбил все лампы на несколько категорий и собрал данные за несколько дней (см. таблицу ниже).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Форма лампы** | **Цвет лампы** | **Стоимость лампы** | **Количество проданных ламп** |
| Приплюснутая | Красная | 470 | 456 |
| На длинной ножке | Красная | 620 | 548 |
| Приплюснутая | Чёрная | 470 | 206 |
| Вытянутая | Красная | 350 | 361 |
| Вытянутая | Чёрная | 330 | 200 |
| Приплюснутая | Красная | 470 | 423 |
| На длинной ножке | Чёрная | 600 | 295 |
| Приплюснутая | Красная | 470 | 433 |
| Вытянутая | Чёрная | 330 | 232 |
| Приплюснутая | Чёрная | 470 | 257 |
| На длинной ножке | Чёрная | 600 | 290 |
| Вытянутая | Красная | 350 | 369 |
| Приплюснутая | Чёрная | 470 | 226 |
| На длинной ножке | Красная | 620 | 522 |
| На длинной ножке | Красная | 620 | 511 |
| Приплюснутая | Чёрная | 470 | 197 |
| Вытянутая | Чёрная | 330 | 220 |
| Вытянутая | Чёрная | 330 | 250 |
| Вытянутая | Красная | 350 | 310 |
| Приплюснутая | Чёрная | 470 | 217 |
| На длинной ножке | Красная | 620 | 542 |
| Вытянутая | Красная | 350 | 351 |
| Приплюснутая | Чёрная | 470 | 262 |
| Приплюснутая | Красная | 470 | 438 |

На основе данных по форме и цвету ламп создайте группы фиктивных переменных. Проанализируйте, какие лампы продаются чаще. Может ли существовать какая-то связь между цветом и формой лампы? Если да, то обоснуйте эту связь.

Постройте простую модель парной регрессии зависимости количества проданных ламп от их стоимости. Нанесите фактические и расчётные значения по количеству продаж на точечный график «Стоимость — количество». Проанализируйте полученный график.

Постройте модель множественной регрессии с фиктивными переменными, отвечающими за цвет ламп. Постройте точечный график. Проанализируйте полученный результат: лучше ли модель аппроксимирует ряд по сравнению с предыдущей моделью? Почему?

Постройте 2 модели: для чёрных и для красных ламп. Сравните эти модели. Какими преимуществами и недостатками, по вашему, они обладают по сравнению с первой моделью?

Выполните то же самое, в этот раз используя фиктивные переменные для формы ламп.

Постройте 3 модели для разных форм ламп. Сравните эти модели с общей моделью.

Постройте модель на основе всех фиктивных переменных. Сравните её точность с точностью предыдущих моделей.

Какой бы из всех построенных моделей вы отдали предпочтение и почему?

*Для различных задач практикума следует работать с рядами из базы M3, которую можно скачать с сайта Международного Института Прогнозистов:*

(<http://forecasters.org/resources/time-series-data/m3-competition/>).

Задание 8. Обратимся к ряду №658 (общая стоимость активов предприятия на конце квартала). Для того чтобы посмотреть описания ряда нужно в командной строке набрать:

Постройте по ряду №658 простой линейный график. Что можно сказать о динамике общей стоимости активов предприятия?

Для более полной информации рассмотрите коррелограммы исходного ряда данных. Дают ли вам какую-нибудь информацию эти коррелограммы? Какой вывод можно сделать на основе них?

Постройте гистограмму и ящичковую диаграмму для этого ряда. Что можно сказать о распределении стоимости активов? Есть ли среди изучаемых величин выбросы?

Сгладьте ряд разными скользящими средними. Постройте линейные графики по полученным значениям. Что можно сказать о складывающихся тенденциях в ряду данных? Как вы считаете, какая математическая модель могла бы дать наиболее точный прогноз из всех, рассмотренных в данной главе?

Попробуйте выполнить по моделям прогноз на 8 наблюдений вперёд.

Оцените точность полученных прогнозов с помощью любого известного вам коэффициента. Какая модель оказалась точней? Как вы считаете, почему?

Задание 9. Перейдём к рассмотрению ряда №2558. Это финансовый ряд по погашениям кредитов.

Как вы считаете, есть ли в собранных данных сезонность? Почему? Как вы это выяснили?

Постройте по данным модель Naïve (если в данных есть сезонность, то сезонную). Дайте по ней прогноз на 1,5 год вперёд. Как вы считаете, насколько точным будет прогноз по модели и почему?

Задание 10. Откройте ряд №645 из базы M3. Изучите его.

Как вы считаете, есть ли в этом ряде какие-либо тенденции к росту или снижению?

Используя MS Excel, постройте несколько моделей простого экспоненциального сглаживания с разными методами задания стартового значения. Дайте прогнозы по полученным моделям на 6 лет вперёд.

Постройте модель Брауна в R с расширенным интервалом для постоянной сглаживания. Дайте прогноз на 6 лет вперёд по полученной модели.

Отличаются ли прогнозы по этим моделям? Как вы считаете, почему?

Оцените точность полученных прогнозов. Какая из моделей оказалась наиболее точной?

Задание 11. Проведите анализ ряда №2712.

Постройте линейный график и коррелограммы исходного ряда. Как вы считаете, стационарен ли представленный ряд?

Проведите тесты ADF и KPSS для ряда №2712 вначале по вторым разностям, потом по первым, потом по исходному ряду. Каков порядок стационарности ряда d?

Изучите коррелограммы ряда в разностях выбранного порядка в п.2. Есть ли в ряде в разностях какие-либо значимые коэффициенты автокорреляции и частной автокорреляции? Какой порядок модели ARIMA(p,d,q) соответствуют эти значения?

Постройте модель ARIMA(p,d,q) порядка, выбранного в п.3.

Изучите коррелограмму остатков полученной модели. Есть ли ещё какие-то неучтённые элементы в модели? Если есть, добавьте их в модель — вернитесь к п.4.

Постройте гистограмму по остаткам финальной модели ARIMA. Проведите тест на соответствие распределения остатков нормальному (например, тест Шапиро-Уилка). Можно ли считать остатки по полученной модели распределёнными нормально?

Дайте прогноз по итоговой модели ARIMA на 18 наблюдений вперёд.

Постройте модель экспоненциального сглаживания (на основе автоматического выбора порядка модели) для этого же ряда, дайте по ней прогноз на 18 наблюдений вперёд.

Задание 12. Изучите ряд №2796.

Есть ли в нём сезонность? Если есть, то каков лаг сезонности и каким может быть характер сезонности? Как вы это выяснили?

Постройте коррелограмму по исходному ряду и по рядам в первых и вторых разностях. Что можно сказать по полученным графикам?

Определите порядок модели ARIMA(p,d,q) на основе тестов на стационарность и коррелограмм.

Дайте прогноз по итоговой модели на 18 наблюдений вперёд.

Задание 13. Компания по производству мороженого, работающая с 2006 года собрала месячные данные о продажах мороженого «Самый-Самый Сладкий Рожок» за период с 2009 по 2012. Аналитик компании для того, чтобы спрогнозировать продажи, решил построить регрессионную модель. Считая, что на продажи мороженого (Sales, тыс. упаковок) могут влиять такие факторы, как средняя месячная температура воздуха (Temperature, градусов по Цельсию), количество осадков (Rain, в мм.), количество праздничных и выходных дней (Holidays, шт. в мес.), затраты на рекламу (Ads, тыс. руб.) и цена мороженого (Price, руб.), он собрал данные и свёл их в таблицу ниже:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Month** | **January 09** | **February 09** | **March 09** | **April 09** | **May 09** | **June 09** |
| **Sales** | 41.45 | 35.83 | 73.12 | 95.01 | 154.13 | 198.48 |
| **Temperature** | 3.55 | 4.95 | 8.30 | 11.65 | 14.25 | 17.30 |
| **Rain** | 72.40 | 69.60 | 30.00 | 28.00 | 29.80 | 34.00 |
| **Holidays** | 15.00 | 9.00 | 10.00 | 8.00 | 12.00 | 9.00 |
| **Ads** | 15.00 | 5.00 | 10.00 | 51.00 | 101.00 | 115.00 |
| **Price** | **17.00** | 17.00 | 18.00 | 19.00 | 21.00 | 22.00 |
| **Month** | **July 09** | **August 09** | **September 09** | **October 09** | **November 09** | **December 09** |
| **Sales** | 204.20 | 194.78 | 124.49 | 89.39 | 51.57 | 30.39 |
| **Temperature** | 18.35 | 19.00 | 16.25 | 12.80 | 10.00 | 4.15 |
| **Rain** | 71.40 | 39.60 | 36.00 | 39.40 | 148.00 | 84.60 |
| **Holidays** | 8.00 | 10.00 | 8.00 | 9.00 | 10.00 | 8.00 |
| **Ads** | 224.00 | 208.00 | 51.00 | 10.00 | 9.00 | 15.00 |
| **Price** | 22.00 | 20.00 | 19.00 | 19.00 | 18.00 | 19.00 |
| **Month** | **January 10** | **February 10** | **March 10** | **April 10** | **May 10** | **June 10** |
| **Sales** | 47.97 | 45.23 | 80.39 | 111.68 | 150.77 | 191.53 |
| **Temperature** | 2.10 | 4.30 | 7.40 | 10.70 | 12.50 | 17.80 |
| **Rain** | 51.80 | 100.40 | 39.80 | 23.20 | 20.60 | 12.40 |
| **Holidays** | 16.00 | 9.00 | 9.00 | 8.00 | 12.00 | 9.00 |
| **Ads** | 5.00 | 15.00 | 53.00 | 103.00 | 210.00 | 299.00 |
| **Price** | 19.00 | 19.00 | 20.00 | 21.00 | 23.00 | 24.00 |
| **Month** | **July 10** | **August 10** | **September 10** | **October 10** | **November 10** | **December 10** |
| **Sales** | 188.69 | 157.10 | 127.96 | 98.51 | 69.58 | 43.50 |
| **Temperature** | 20.05 | 17.40 | 15.30 | 11.75 | 6.55 | 1.20 |
| **Rain** | 18.00 | 88.60 | 38.20 | 74.80 | 32.20 | 21.40 |
| **Holidays** | 9.00 | 9.00 | 8.00 | 10.00 | 9.00 | 8.00 |
| **Ads** | 360.00 | 389.00 | 110.00 | 91.00 | 15.00 | 0.00 |
| **Price** | 24.00 | 23.00 | 21.00 | 20.00 | **21.00** | 21.00 |
| **Month** | **January 11** | **February 11** | **March 11** | **April 11** | **May 11** | **June 11** |
| **Sales** | 66.88 | 87.23 | 95.68 | 132.55 | 154.72 | 143.20 |
| **Temperature** | 5.10 | 7.50 | 8.05 | 14.15 | 14.40 | 15.85 |
| **Rain** | 76.80 | 42.80 | 14.60 | 2.40 | 24.60 | 84.00 |
| **Holidays** | 16.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 11.00 | 9.00 |
| **Ads** | 0.00 | 0.00 | 8.00 | 55.00 | 189.00 | 254.00 |
| **Price** | 21.00 | 21.00 | 21.00 | 22.00 | 23.00 | 25.00 |
| **Month** | **July 11** | **August 11** | **September 11** | **October 11** | **November 11** | **December 11** |
| **Sales** | 182.60 | 184.87 | 164.96 | 137.05 | 106.66 | 69.62 |
| **Temperature** | 17.15 | 17.60 | 16.85 | 14.10 | 10.45 | 6.85 |
| **Rain** | 49.80 | 68.80 | 35.00 | 18.40 | 29.00 | 63.00 |
| **Holidays** | 10.00 | 8.00 | 8.00 | 10.00 | 9.00 | 9.00 |
| **Ads** | 345.00 | 367.00 | 201.00 | 41.00 | 6.00 | 0.00 |
| **Price** | 26.00 | 26.00 | 24.00 | 23.00 | 23.00 | 23.00 |
| **Month** | **January 12** | **February 12** | **March 12** | **April 12** | **May 12** | **June 12** |
| **Sales** | 103.38 | 86.56 | 120.48 | 94.84 | 167.68 | 175.08 |
| **Temperature** | 6.60 | 4.65 | 9.70 | 9.10 | 13.95 | 15.50 |
| **Rain** | 34.40 | 16.80 | 16.20 | 98.40 | 25.40 | 110.80 |
| **Holidays** | 15.00 | 9.00 | 10.00 | 9.00 | 10.00 | 10.00 |
| **Ads** | 0.00 | 1.00 | 24.00 | 64.00 | 115.00 | 215.00 |
| **Price** | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 25.00 | 27.00 |
| **Month** | **July 12** | **August 12** | **September 12** | **October 12** | **November 12** | **December 12** |
| **Sales** | 179.76 | 205.86 | 195.65 | 101.60 | 80.37 | 63.59 |
| **Temperature** | 17.25 | 18.90 | 15.15 | 11.10 | 7.80 | 5.80 |
| **Rain** | 71.80 | 36.40 | 41.20 | 88.40 | 71.80 | 95.80 |
| **Holidays** | 9.00 | 8.00 | 10.00 | 8.00 | 9.00 | 10.00 |
| **Ads** | 401.00 | 387.00 | 256.00 | 17.00 | 0.00 | 0.00 |
| **Price** | 28.00 | 27.50 | 26.00 | 25.00 | 25.00 | 25.00 |

Если по этим данным построить множественную регрессию, то какие можно было бы ожидать коэффициенты перед факторами: положительные или отрицательные, значимые или незначимые. Попробуйте предположить и дайте обоснование своим предположениям.

По полученным данным постройте множественную регрессию, используя МНК. Оцените значимость коэффициентов модели. Какой смысл имеет константа в полученной модели? Можно ли сделать вывод о том, что цена мороженого не влияет на продажи? Имеет ли какой-то смысл полученный коэффициент при себестоимости мороженого?

Постройте линейный график по продажам мороженого. Нанесите на него полученные расчётные значения по вашей модели. Что можно сказать об аппроксимации моделью фактических значений? Изучите остатки модели. Что можно по ним сказать о построенной модели?

Постройте по этим же данным модель множественной регрессии МНК с дисконтированием. В качестве постоянной сглаживания возьмите значение 0.25. Что можно сказать о коэффициентах этой модели? Имеют ли они какой-либо смысл? Соответствуют ли они вашим ожиданиям?

Постройте график по фактическим продажам и расчётным. Какие особенности можно выделить по полученному графику

Прошло полгода, стали доступны данные о продажах и выбранных факторах. Оцените точность прогнозов моделей из п.2 и п.4 на основе этих данных:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Month** | **Sales** | **Temperature** | **Rain** | **Holidays** | **Ads** | **Price** |
| 01/01/13 | 77.271 | 4.25 | 48.6 | 14 | 0 | 24 |
| 01/02/13 | 79.519 | 3.95 | 32.8 | 8 | 0 | 23 |
| 01/03/13 | 72.746 | 4.05 | 52.8 | 11 | 5 | 23 |
| 01/04/13 | 115.233 | 9.1 | 34 | 8 | 50 | 25 |
| 01/05/13 | 130.868 | 12.05 | 41.8 | 13 | 87 | 27 |
| 01/06/13 | 163.424 | 14 | 70 | 11 | 199 | 28 |

Как вы считаете, почему модели дали разные прогнозы? Какой бы из этих моделей вы отдали бы предпочтение?

Задание 14. Выведите формулы для адаптации коэффициентов следующих моделей:

1. ,
2. ,
3. ,
4. ,
5. .

Автор \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С.Г. Светуньков