Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Южно-Уральский государственный университет»

(Национальный исследовательский университет)

Институт естественных и точных наук

Факультет математики, механики и компьютерных технологий

Кафедра математического и компьютерного моделирования

Динамические модели макроэкономики

ЮУрГУ– 010400**.**68.2017.049.001.ПЗ ПР.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | Преподаватель,  Козина Е.Н.  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2017 г. |
|  |  |  |
|  |  | Автор работы  Студент группы ЕТ-224  В.А. Безбородов  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2017 г. |
|  |  |  |
|  |  | Работа защищена с оценкой  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2017 г. |

Челябинск, 2017

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Южно-Уральский государственный университет»

(Национальный исследовательский университет)

Институт естественных и точных наук

Факультет математики, механики и компьютерных технологий

Кафедра математического и компьютерного моделирования

|  |  |
| --- | --- |
|  | УТВЕРЖДАЮ  Заведующий кафедрой, д.ф.-м.н., доцент Загребина С.А.  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2017 г. |

**ЗАДАНИЕ**

на практическую работу студента

Безбородова Вячеслава Александровича

Группа ВМИ-113

1. Дисциплины (специализации): дорожное картирование, математические методы прогнозирования.
2. Тема работы: планирование продукта, технологические дорожные карты, методы прогнозирования загруженности электросети.
3. Срок сдачи студентом законченной работы: 11.07.2016 г.
4. Перечень вопросов, подлежащих разработке:
   1. Принципы построения дорожной карты;
   2. Особенности и преимущества каждого вида дорожной карты;
   3. Метод моделирования и прогнозирования временного ряда с помощью опорных векторов;
   4. Метод моделирования и прогнозирования временного ряда с помощью нечёткой нейронной сети.
5. Календарный план

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование разделов отчетной работы | Срок выполнения разделов работы | Отметка о выполнении руководителя |
| Сбор данных и обработка | 27.06.16 - 01.07.16 |  |
| Изучение принципов построения дорожных карт | 01.07.16 – 03.07.16 |  |
| Изучение особенностей каждого вида дорожной карты | 03.07.16 – 05.07.16 |  |
| Изучение методов прогнозирования | 05.07.16 – 07.07.16 |  |
| Построение прогноза | 07.07.16 – 09.07.16 |  |
| Написание отчета | 09.07.16 – 11.07.16 |  |

Руководитель работы \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/Дударева В.И./

(подпись)

Студент \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/Безбородов В.А./

(подпись)

Содержание

[Введение 9](#_Toc474252178)

[1 Парная регрессия и корреляция 10](#_Toc474252179)

[2.1 Постановка задачи 10](#_Toc474252180)

[2.2 Ход решения 11](#_Toc474252181)

[2.3 Технологические дорожные карты 14](#_Toc474252182)

[2.4 Планирование продукта 20](#_Toc474252183)

[2.5 Программа повышения конкурентоспособности ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» 22](#_Toc474252184)

[2 Математические методы прогнозирования 23](#_Toc474252185)

[2.1 Теория 23](#_Toc474252186)

[2.1.1 Нейронная сеть 24](#_Toc474252187)

[2.1.2 Метод опорных вектор 25](#_Toc474252188)

[2.1.3 Язык программирования R 26](#_Toc474252189)

[2.2 Прогнозирование загруженности электросети 27](#_Toc474252190)

[Заключение 31](#_Toc474252191)

[Библиографический список 32](#_Toc474252192)

# Введение

Учебная практики студентов 1-го курса магистерской программы 010400.68.01 «Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности» является обязательной составной частью учебного процесса подготовки специалистов.

**Целю практики** является повышение качества подготовки специалистов путем углубления и закрепления полученных теоретических знаний, приобретения необходимых практических навыков в области прикладной математики и информатики, а так же овладение производственными навыками и основами научной организации труда.

**Задачи практики:**

1. Изучить принципы построения дорожных карт планирования продукта и технологических дорожных карт;
2. Рассмотреть особенности и преимущества каждого из видов дорожных карт;
3. Изучить метод моделирования и прогнозирования временного ряда с помощью опорных векторов;
4. Изучить метод моделирования и прогнозирования временного ряда с помощью нечёткой нейронной сети;
5. Построить прогноз загруженности электросети.

Использованныепри решении задач **методы**:

* метод прогнозирования с помощью опорных векторов;
* метод прогнозирования с помощью нечёткой нейронной сети.

Результатом прохождения производственной практики является практический опыт, полученный в ходе решения задач, а логическим итогом – написание и защита отчета, содержащего ход решения задач, описание программы практики и краткий вывод.

# Парная регрессия и корреляция

## Постановка задачи

По территориям региона приводятся данные за 200X г. Требуется:

1. Построить линейное уравнение парной регрессии  от .
2. Рассчитать линейный коэффициент парной корреляции и среднюю ошибку аппроксимации.
3. Оценить статистическую значимость параметров регрессии и корреляции с помощью -критерия Фишера и -критерия Стьюдента.
4. Выполнить прогноз заработной платы  при прогнозном значении среднедушевого прожиточного минимума , составляющем 107% от среднего уровня.
5. Оценить точность прогноза, рассчитав ошибку прогноза и его доверительный интервал.
6. На одном графике построить исходные данные и теоретическую прямую.

Таблица 1.1 - Исходные данные для задачи 1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Номер региона | Среднедушевой прожиточный минимум в день одного трудоспособного, руб., | Среднедневная заработная плата, руб., |
| 1 | 970 | 1610+10N |
| 2 | 730 | 1310+10N |
| 3 | 790 | 1350+10N |
| 4 | 990 | 1470+10N |
| 5 | 860 | 1390+10N |
| 6 | 910 | 1510+10N |
| 7 | 850 | 1350+10N |
| 8 | 770 | 1320+10N |
| 9 | 890 | 1610+10N |
| 10 | 950 | 1590+10N |
| 11 | 720 | 1200+10N |
| 12 | 1150 | 1600+10N |

## Ход решения

Пусть , тогда исходные данные задачи примут вид согласно таблице 1.2.

Таблица 1.2 - Исходные данные для задачи 1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Номер региона | Среднедушевой прожиточный минимум в день одного трудоспособного, руб., | Среднедневная заработная плата, руб., |
| 1 | 970 | 1560 |
| 2 | 730 | 1260 |
| 3 | 790 | 1300 |
| 4 | 990 | 1420 |
| 5 | 860 | 1340 |
| 6 | 910 | 1460 |
| 7 | 850 | 1300 |
| 8 | 770 | 1270 |
| 9 | 890 | 1560 |
| 10 | 950 | 1540 |
| 11 | 720 | 1150 |
| 12 | 1150 | 1550 |

Уравнение линейной регрессии имеет вид . Коэффициенты регрессии, согласно МНК, найдем по следующим формулам:

,

,

где -среднее значение у; -среднее значение х.; -дисперсия.

Дисперсию определим по формуле:



Коэффициент корреляции определим по формуле:



Коэффициент детерминации определим по формуле:

.

Среднюю относительную ошибку аппрокимации определим по формуле:



Коэффициент корреляции статистически значим, если выполняется следующее условие:



При уровне значимости  табличное значение  Убедимся, что для исходных данных неравенство выполняется:



Оценим статистическую значимость уравнения регрессии с помощью-критерия Фишера:



При уровне значимости  табличное значение . Проверим справедливость неравенства для исходных данных:



Дисперсия *D(a)* определяется по формуле



Дисперсия *D(b)* определяется по формуле:



Оценим статистическую значимость параметров регрессии -критерия Стьюдента:

,





Выборочная остаточная дисперсия определяется по формуле:



Средняя ошибка прогноза определяется по формуле:



Доверительный интервал определим по формуле:

*-t·*μ*p*  *+t*·μ*p*.





# Множественная регрессия и корреляция

## Постановка задачи

По 20 предприятиям региона изучается зависимость выработки продукции на одного работника  (тыс. руб.) от ввода в действие новых основных фондов  (% от стоимости фондов на конец года) и от удельного веса рабочих высокой квалификации в общей численности рабочих  (%).

**Требуется:**

1. Построить линейную модель множественной регрессии. Записать стандартизованное уравнение множественной регрессии. На основе стандартизованных коэффициентов регрессии и средних коэффициентов эластичности ранжировать факторы по степени их влияния на результат.
2. Найти коэффициенты парной, частной и множественной корреляции. Проанализировать их.
3. Найти скорректированный коэффициент множественной детерминации. Сравнить его с нескорректированным (общим) коэффициентом детерминации.
4. С помощью -критерия Фишера оценить статистическую надежность уравнения регрессии и коэффициента детерминации .
5. С помощью частных -критериев Фишера оценить целесообразность включения в уравнение множественной регрессии фактора  после  и фактора  после .
6. Составить уравнение линейной парной регрессии, оставив лишь один значащий фактор.

Таблица 2.1 - Исходные данные для задачи 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер предприятия | |  | |  | |  | Номер предприятия | |  | |  | |  |
| 1 | | 7+N | | 3,8 | | 9 | 11 | | 11+N | | 7,1 | | 22 |
| 2 | | 7+N | | 4,1 | | 14 | 12 | | 11+N | | 7,5 | | 23 |
| 3 | | 7+N | | 4,3 | | 16 | 13 | | 12+N | | 7,8 | | 25 |
| 4 | | 7+N | | 4,1 | | 17 | 14 | | 12+N | | 7,6 | | 27 |
| 5 | | 8+N | | 4,6 | | 17 | 15 | | 12+N | | 7,9 | | 29 |
| 6 | | 8+N | | 4,7 | | 18 | 16 | | 13+N | | 8,1 | | 30 |
| 7 | | 9+N | | 5,3 | | 20 | 17 | | 13+N | | 8,5 | | 32 |
| 8 | 9+N | | 5,5 | | 20 | | 18 | 14+N | | 8,7 | | 32 | |
| 9 | 11+N | | 6,9 | | 21 | | 19 | 14+N | | 9,6 | | 33 | |
| 10 | 10+N | | 6,8 | | 21 | | 20 | 15+N | | 9,8 | | 36 | |

## Ход решения

Пусть значение случайного параметра . Тогда исходные данные задачи примут вид, представленный на таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Исходные данные к задаче 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
| 1 | 5.00 | 3.80 | 9.00 |
| 2 | 5.00 | 4.10 | 14.00 |
| 3 | 5.00 | 4.30 | 16.00 |
| 4 | 5.00 | 4.10 | 17.00 |
| 5 | 6.00 | 4.60 | 17.00 |
| 6 | 6.00 | 4.70 | 18.00 |
| 7 | 7.00 | 5.30 | 20.00 |
| 8 | 7.00 | 5.50 | 20.00 |
| 9 | 9.00 | 6.90 | 21.00 |
| 10 | 8.00 | 6.80 | 21.00 |
| 11 | 9.00 | 7.10 | 22.00 |
| 12 | 9.00 | 7.50 | 23.00 |
| 13 | 10.00 | 7.80 | 25.00 |
| 14 | 10.00 | 7.60 | 27.00 |
| 15 | 10.00 | 7.90 | 29.00 |
| 16 | 11.00 | 8.10 | 30.00 |
| 17 | 11.00 | 8.50 | 32.00 |
| 18 | 12.00 | 8.70 | 32.00 |
| 19 | 12.00 | 9.60 | 33.00 |
| 20 | 13.00 | 9.80 | 36.00 |

Линейное уравнение множественной регрессии имеет вид:  Воспользовавшись встроенной функцией MS Excel ЛИНЕЙН() для определения параметров уравнения регрессии, имеем   

Воспользуемся приложением MS Excel Корреляция для расчета коэффициентов корреляции.

Таблица 2.3 – Корреляционная матрица

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  | 1 |  |  |
|  | 0,99 | 1 |  |
|  | 0,96 | 0,95 | 1 |

Стандартизированное уравнение множественной регрессии имеет вид:



Расчет - коэффициентов выполним по формулам:





Для характеристики относительной силы влияния  и  на y рассчитаем средние коэффициенты эластичности:





Коэффициенты частной корреляции определим по формулам:

,

,

.

Расчет линейного коэффициента множественной корреляции выполним по следующей формуле:



Скорректированный коэффициент детерминации определяется по формуле:

,

где *n*-количество наблюдений, *p*-количество факторных признаков.

С помощью -критерия Фишера оценим статистическую надежность уравнения регрессии и коэффициента детерминации .

.

Поскольку табличное значение при уровне значимости  , коэффициент детерминации считаем статистически надежным.

Частные критерии и  оценивают статистическую значимость присутствия факторов *х1*и *х2* в уравнении множественной регрессии, оценивают целесообразность включения в уравнение одного фактора после другого, то есть  оценивает целесообразность включения фактора *х1* после того, как в него был включен фактор *х2*. Соответственно , указывает на целесообразность включения в модель фактора *х2*  после фактора *х1*:

,

.

Табличное значение при уровне значимости  . Это означает, что статистически целесообразно включать только фактор *х1* после фактора *х2*.

# Метод анализа иерархий

## Постановка задачи

Метод анализа иерархий или подход аналитической иерархии предполагает декомпозицию проблемы на простые составляющие части и обработку суждений лица, принимающего решения (ЛПР). В результате определяется относительная значимость исследуемых альтернатив для всех критериев, находящихся в иерархии. Относительная значимость выражается численно в виде векторов приоритетов.

Проблема: Выбор квартиры.

Критерии выбора: 1.Цена 2.Размер 3.Комнаты 4. Близость к остановке 4. Категория дома.

Альтернативы: Квартира 1;Квартира 2;Квартира 3.

## Ход решения

Построим матрицу парных сравнений. Расставим оценки в соответствии со шкалой.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Цена | Размер | Количество комнат | Близость к остановке | Категория дома |
| Цена | 1 | 3 | 1 | 1/2 | 5 |
| Размер | 1/3 | 1 | ¼ |  | 2 |
| Количество комнат | 1 | 4 | 1 | 1 | 6 |
| Близость к остановке | 2 | 7 | 1 | 1 | 8 |
| Категория дома | 1/5 | 1/2 | 1/6 | 1/8 | 1 |

Находим сумму по каждому столбцу.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Цена | Размер | Количество комнат | Близость к остановке | Категория дома |
| Цена | 1 | 3 | 1 | 1/2 | 5 |
| Размер | 1/3 | 1 | ¼ |  | 2 |
| Количество комнат | 1 | 4 | 1 | 1 | 6 |
| Близость к остановке | 2 | 7 | 1 | 1 | 8 |
| Категория дома | 1/5 | 1/2 | 1/6 | 1/8 | 1 |
| Сумма | 4,533333 | 15,2 | 3,416667 | 2,767857 | 22 |

Рассчитаем весовые коэффициенты .

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Цена | Размер | Количество комнат | Близость к остановке | Категория дома |
| Цена | 0,220588 | 0,197368 | 0,292683 | 0,180645 | 0,227273 |
| Размер | 0,073529 | 0,065789 | 0,073171 | 0,051613 | 0,090909 |
| Количество комнат | 0,220588 | 0,263158 | 0,292683 | 0,36129 | 0,272727 |
| Близость к остановке | 0,441176 | 0,460526 | 0,292683 | 0,36129 | 0,363636 |
| Категория дома | 0,044118 | 0,013158 | 0,04878 | 0,045161 | 0,045455 |

Рассчитаем весовой столбец по целям.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Цена | Размер | Количество комнат | Близость к остановке | Категория дома | Среднее значение |
| Цена | 0,220588 | 0,197368 | 0,292683 | 0,180645 | 0,227273 | 0,223711 |
| Размер | 0,073529 | 0,065789 | 0,073171 | 0,051613 | 0,090909 | 0,071002 |
| Количество комнат | 0,220588 | 0,263158 | 0,292683 | 0,36129 | 0,272727 | 0,282089 |
| Близость к остановке | 0,441176 | 0,460526 | 0,292683 | 0,36129 | 0,363636 | 0,383862 |
| Категория дома | 0,044118 | 0,013158 | 0,04878 | 0,045161 | 0,045455 | 0,039334 |

Таким образом, наиболее важным является критерий Близость к остановке.

Рассчитаем матрицы сравнений альтернатив по каждому критерию.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Критерий Цена | Квартира 1 | Квартира 2 | Квартира 3 |
| Квартира 1 | 1 | 4 | 1/2 |
| Квартира 2 | 1/4 | 1 | 1/5 |
| Квартира 3 | 2 | 5 | 1 |

Рассчитаем сумму.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Критерий Цена | Квартира 1 | Квартира 2 | Квартира 3 |
| Квартира 1 | 1 | 4 | 0,5 |
| Квартира 2 | 0,25 | 1 | 0,2 |
| Квартира 3 | 2 | 5 | 1 |
| Сумма | 3,25 | 10 | 1,7 |

Рассчитываются весовые коэффициенты и весовой столбец по альтернативам.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Критерий Цена | Квартира 1 | Квартира 2 | Квартира 3 | Среднее значение |
| Квартира 1 | 0,307692 | 0,4 | 0,294118 | 0,333937 |
| Квартира 2 | 0,076923 | 0,1 | 0,117647 | 0,09819 |
| Квартира 3 | 0,615385 | 0,5 | 0,588235 | 0,567873 |

Таким образом, более предпочтительной по критерию цена является Квартира 3.

# Заключение

Учебная практика студентов является важнейшим этапом формирования специалистов, дает возможность получить практический опыт работы.

По итогам прохождения практики, кроме всего прочего, была достигнута ее **цель**, а именно: значительно углубились и закрепились полученные теоретические знания, практические навыки в области прикладной математики и информатики, произведено знакомство с основами научной организации труда. Все это в той или иной степени ведет к повышению качества подготовки специалистов данной специальности.

В соответствии с **задачами** практики, произведено ознакомление с дорожными картами планирования продукта, технологическими дорожными картами, изучены способы их построения, выявлены их специфические особенности, положительные и отрицательные стороны.

Проведён анализ сравнения методов прогнозирования загруженности электросети, выявлен лучший из них. Метод опорных векторов и метод прогнозирования с помощью нейронной сети показывают приемлемые результаты прогнозирования. Однако, с задачей прогнозирования загруженности электросети модель опорных векторов справилась лучше.

По итогам практики составлен отчет, содержащий теоретические выкладки, описание хода решения задач и краткие выводы.

# Библиографический список

1. Kostoff, R. and Schaller, R. (2001). Science and Technology Roadmaps. IEEE Transactions on Engineering Management, 48 (2), May 2001.
2. Labriola, F. (2007). Strategisches ”Time-to-Market”-Management. En. Engel, K. y Nippa, M., Innovationsmanagement (pg. 193-213). Heidelberg: Physica.
3. Nippa, M. and Labriola, F. (2008). Roadmapping as integrative plunings method im Rahmen eines situationsgerechten. Time-to-Market Management. En. Mohrle, M. and Isenman, R., Technologie-Roadmapping (pg. 297-324). Berlin: Srpinger.
4. Albright, Richard E. 2003. A Unifying Architecture for Roadmaps Frames A Value Scorecard. IEEE International Engineering Management Conference, Albany, NY. November 2-4, 2003.
5. Шмойлова, Р. А. Общая теория статистики: Учебник. / Р. А. Шмойлова –М.: Финансы и статистика. – 2002 – 656 с.
6. Фондовый индекс [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Фондовый_индекс> – Дата обращения 06.03.16.
7. Берзон Н.И., Аршавский А.Ю., Буянова Е.А. Фондовые индексы. // Фондовый рынок. / Под ред. Н.И. Берзона. — 3-е изд. — М.: Вита, 2002. — С. 364-367. — 559 с.
8. Временные ряды, составляющие временного ряда [Электронный ресурс]: – Режим доступа: [https://university.prognoz.ru/biu/ru/Временные\_ряды,\_составляющие\_временного\_ряда](https://university.prognoz.ru/biu/ru/%D0%92%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D1%80%D1%8F%D0%B4%D1%8B,_%D1%81%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D1%8F%D1%8E%D1%89%D0%B8%D0%B5_%D0%B2%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D1%80%D1%8F%D0%B4%D0%B0) – Дата обращения 06.03.16.
9. Искусственная нейронная сеть [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Искусственная_нейронная_сеть> – Дата обращения 06.03.16.
10. Проектирование систем управления\Fuzzy Logic Toolbox [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/7_6.php> – Дата обращения 06.03.16.