

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ДОНБАССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНАЯ
АКАДЕМИЯ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**к изучению курса и выполнению контрольной работы
по дисциплине "Моделирование сложных систем"**

для студентов специальности
«Системы и методы принятия решений»
заочной ускоренной формы обучения

Утверждено
на заседании кафедры ИСПР
Протокол № 2 от 09.09.2014 г.

Краматорск 2014

УДК

Методические указания к изучению курса и задания к контрольным работам по дисциплине «Моделирование сложных систем» для студентов заочной ускоренной формы обучения специальности «Системы и методы принятия решений» / Сост.: Е.Ю. Ивченкова. – Краматорск: ДГМА, 2014.

Содержит контрольные задания по дисциплине «Моделирование сложных систем», теоретические и методические рекомендации к их выполнению.

Составитель: Ивченкова Е.Ю., к.э.н., ст. преподаватель

Отв. за выпуск Мельников А.Ю., к.т.н., доц., и.о. зав. кафедрой

СОДЕРЖАНИЕ

Общие сведения	3
Аппроксимация многофакторной регрессии методом наименьших квадратов	4
Расчет операционных показателей СМО	8
Перечень теоретических вопросов для подготовки к зачёту	10
Список рекомендуемой литературы	11

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Контрольная работа предполагает выполнение следующих заданий:

1. Задание 1. Ответы на теоретические вопросы, представленные в виде тестов закрытой формы (выбор одного или нескольких вариантов ответа из перечня предложенных) – 20 баллов (10 вопросов по 2 балла за каждый полностью правильный ответ);
2. Задание 2. Аппроксимация многофакторной регрессии методом наименьших квадратов – 40 баллов;
3. Задание 3. Расчет операционных показателей СМО – 40 баллов.

Зачёт считается сданным в случае набора в сумме не менее 55 баллов.

Задание № 2

Аппроксимация многофакторной регрессии методом наименьших квадратов

Задание.

В таблице 1 приведены данные о прибыли (Y в млн. грн.), затратах на 1 грн. произведенной продукции ($X1$ в коп.) и стоимости основных фондов ($X2$ в млн. грн.) по данным 10 однотипных предприятий. Необходимо:

- Методом наименьших квадратов оценить коэффициенты многофакторной линейной регрессии $Y = a_0 + a_1 \cdot X1 + a_2 \cdot X2$.
- Выполнить анализ оцененной регрессии, вычислив:
 1. изменение прибыли при увеличении величины каждого из факторов на единицу;
 2. средние коэффициенты эластичности для каждого фактора. Дать экономическую интерпретацию полученных результатов.
- Оценить качество полученной модели по рассчитанному коэффициенту детерминации R^2 . Что означает вычисленное значение R^2 ?

Пример решения.

В качестве примера рассмотрим зависимость прибыли (Y в млн. грн.) от затрат на 1 грн. произведённой продукции (x_1 в коп.) и стоимости основных фондов (x_2 в млн. грн.) по данным десяти однотипных предприятий (табл. 3.1).

Выберем в качестве функции регрессии линейную

$$\tilde{y} = a_0 x_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2, \quad x_0 \equiv 1.$$

Система нормальных уравнений для определения МНК-оценок $\hat{a}_0, \hat{a}_1, \hat{a}_2$, соответствующая данным табл. 3.1, приобретает вид

$$\begin{cases} 10\hat{a}_0 + 847\hat{a}_1 + 2562\hat{a}_2 = 414,9, \\ 847\hat{a}_0 + 72113\hat{a}_1 + 216324\hat{a}_2 = 34834,9, \\ 2562\hat{a}_0 + 216324\hat{a}_1 + 670706\hat{a}_2 = 109051,8. \end{cases}$$

Решая полученную систему уравнений, находим $\hat{a}_0 = 42,5663$,

$$\hat{a}_1 = -0,5201, \quad \hat{a}_2 = 0,1677.$$

Таким образом, оцененное уравнение регрессии имеет вид

$$\hat{y} = 42,5663 - 0,5201x_1 + 0,1677x_2. \quad (3. 1)$$

Т а б л и ц а 3.1 - *Расчётная таблица для определения параметров уравнения регрессии*

Y	x ₁	x ₂	x ₁ ²	x ₁ x ₂	x ₁ Y	x ₂ ²	x ₂ Y	Y ²
26,1	96	215	9216	20640	2505,6	46225	5511,5	618,21
30,3	89	195	7921	17355	2696,7	38025	5908,5	918,09
38,9	82	215	6724	17630	3189,8	46225	8363,5	1513,21
39,5	81	245	6561	19845	3199,5	60025	9677,5	1560,25
40,2	80	246	6400	19680	3216,0	60516	9889,2	1616,04
42,4	88	262	7744	23056	3731,2	68644	11108,8	1797,76
45,7	85	280	7225	23800	3884,5	78400	12796,0	2088,49
48,2	92	314	8464	28888	4434,4	98596	15134,8	2323,24
50,1	77	295	5929	22715	3857,7	87025	14779,5	2510,01
53,5	77	295	5929	22715	4119,5	87025	15782,5	2862,25
414,9	847	2562	72113	216324	34834,9	670706	109051,8	17870,55
41,49	84,7	256,2	7211,3	21632,4	3483,49	67070,6	10905,18	1787,055

Рассмотрим теперь матричный способ. Имеем

$$\vec{X} = \begin{bmatrix} 1 & 96 & 215 \\ 1 & 89 & 195 \\ 1 & 82 & 215 \\ 1 & 81 & 245 \\ 1 & 80 & 246 \\ 1 & 88 & 262 \\ 1 & 85 & 280 \\ 1 & 92 & 314 \\ 1 & 77 & 295 \\ 1 & 77 & 295 \end{bmatrix}, \quad \vec{X}\vec{X} = \begin{bmatrix} 10 & 847 & 2562 \\ 847 & 72113 & 216324 \\ 2562 & 216324 & 670706 \end{bmatrix},$$

Видим, что полученное решение совпадает с предыдущим, что свидетельствует о правильности вычислений.

Сделаем анализ регрессионной модели (3. 1).

1 Отрицательное значение коэффициента \hat{a}_1 свидетельствует о том, что с ростом затрат на 1 грн. произведенной продукции прибыль предприятия уменьшается, причем при прочих равных условиях увеличение (уменьшение) затрат на 1 коп. ведет к уменьшению (увеличению) прибыли в среднем на 520,1 тыс. грн. Коэффициент эластичности

$$\hat{E}_1 = a_1 \cdot \frac{\bar{x}_1}{\bar{Y}} = -0,5201 \cdot \frac{84,7}{41,49} = -1,06$$

показывает, что если затраты увеличить (уменьшить) на 1%, то прибыль в результате этого уменьшится (увеличится) в среднем на 1,06% (при прочих равных условиях).

2 Положительное значение коэффициента \hat{a}_2 говорит о

том, что с ростом производственных фондов прибыль предприятия также растет, причем при прочих равных условиях увеличение (уменьшение) стоимости основных фондов на 1 млн. грн. влечет за собой увеличение (уменьшение) прибыли в среднем на 167,7 тыс. грн. Показатель эластичности

$$\hat{E}_2 = \hat{a}_2 \cdot \frac{\bar{x}_2}{\bar{Y}} = 0,1677 \cdot \frac{256,2}{41,49} = 1,04$$

показывает, что если стоимость основных фондов увеличить (уменьшить) на 1%, то это приведет к росту (спаду) прибыли в среднем на 1,04% (при прочих равных условиях).

Оценим теперь качество модели (3. 1). С этой целью вычислим коэффициенты детерминации. Имеем

$$R^2 = 1 - \frac{\sum \hat{u}_i^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2} = 1 - \frac{34,629}{679} = 0,949.$$

Здесь оцененные значения прибыли предприятий и их отклонения от наблюдаемых значений

$$\hat{y} = \hat{X}\hat{a} = \begin{bmatrix} 28,703 \\ 28,989 \\ 35,984 \\ 41,536 \\ 42,223 \\ 40,747 \\ 45,326 \\ 47,388 \\ 52,002 \\ 52,002 \end{bmatrix}, \quad \hat{u} = \hat{y} - \bar{y} = \begin{bmatrix} -2,603 \\ 1,311 \\ 2,916 \\ -2,036 \\ -2,023 \\ 1,653 \\ 0,374 \\ 0,812 \\ -1,902 \\ 1,498 \end{bmatrix}.$$

Значение $R^2 = 0,949$ свидетельствует о том, что линейная модель (3.21) объясняет 94,9% всей дисперсии Y , остальные 5,1% связаны со случайностью модели.

На диагонали оцененной ковариационной матрицы

$$\hat{\Sigma} = \hat{\sigma}_u^2 (\hat{X}'\hat{X})^{-1} = \begin{bmatrix} 159,543842 & -1,408564 & -0,155128 \\ -1,408564 & 0,014549 & 0,000688 \\ -0,155128 & 0,000688 & 0,000378 \end{bmatrix}.$$

где $\hat{\sigma}_u^2 = \frac{\sum \hat{u}_i^2}{7} = \frac{34,629}{7} = 4,947$, находятся оценки $\hat{\sigma}_{\hat{a}_0}^2$, $\hat{\sigma}_{\hat{a}_1}^2$, $\hat{\sigma}_{\hat{a}_2}^2$ дисперсий параметров $\hat{a}_0, \hat{a}_1, \hat{a}_2$. Извлекая из них квадратные корни, находим стандартные ошибки оценок $\hat{a}_0, \hat{a}_1, \hat{a}_2$: $\hat{\sigma}_{\hat{a}_0}^2 = 12,6311$,

$\hat{\sigma}_{\hat{a}_1}^2 = 0,1206$, $\hat{\sigma}_{\hat{a}_2}^2 = 0,0194$. Доверительный коридор для значений теоретической регрессии на базисных данных определим согласно

$$y_i^T \in [\hat{y}_i - t_{1-\frac{\alpha}{2}} \cdot \hat{\sigma}_{\hat{y}_i}, \hat{y}_i + t_{1-\frac{\alpha}{2}} \cdot \hat{\sigma}_{\hat{y}_i}], \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (3. 2).$$

При уровне значимости $\alpha=0,05$ и числе степеней свободы $n-m-1=7$ приходим к табл.3.2.

Т а б л и ц а 3.2 - Нижняя и верхняя 95% доверительные границы для коридора значений регрессии $\hat{y}_i = 42,5663 - 0,5201x_{i1} + 0,1677x_{i2}$

Но- мер	\hat{y}_i	$\hat{\sigma}_{\hat{y}_i}$	Нижняя граница $\hat{y}_i - 2.37\hat{\sigma}_{\hat{y}_i}$	Верхняя граница $\hat{y}_i + 2.37\hat{\sigma}_{\hat{y}_i}$
1	28,703	1,534	25,067	32,339
2	28,989	1,348	25,794	32,184
3	35,984	1,181	33,184	38,783
4	41,536	0,893	39,418	43,653
5	42,223	0,960	39,949	44,498
6	40,747	0,832	38,775	42,718
7	45,326	0,848	43,315	47,337
8	47,388	1,764	43,207	51,570
9	52,002	1,231	49,085	54,919
10	52,002	1,231	49,085	54,919

Задание 3

Расчет операционных показателей СМО

Задание.

Пусть n-канальная СМО представляет собой вычислительный центр (ВЦ) с тремя ($n = 3$) взаимозаменяемыми ПЭВМ для решения поступающих задач. Поток задач, поступающих на ВЦ, имеет интенсивность $\lambda = 1$ задаче в час. Средняя продолжительность обслуживания $t_{\text{обсл}} = 1,8$ час. Поток заявок на решение задач и поток обслуживания этих заявок являются простейшими.

Требуется вычислить финальные значения:

- вероятности состояний ВЦ;
- вероятности отказа в обслуживании заявки;
- относительной пропускной способности ВЦ;
- абсолютной пропускной способности ВЦ;
- среднего числа занятых ПЭВМ на ВЦ.

Определите, сколько дополнительно надо приобрести ПЭВМ, чтобы увеличить пропускную способность ВЦ в 2 раза.

Пример решения.

1. Определим параметр μ потока обслуживания:

$$\mu = \frac{1}{t_{\text{обсл}}} = \frac{1}{1,8} = 0,555.$$

2. Приведенная интенсивность потока заявок

$$\rho = \lambda / \mu = 1 / 0.555 = 1.8$$

3. Предельные вероятности состояний найдем по формулам Эрланга (27):

$$P_1 = \frac{\rho}{1!} \cdot P_0 = 1.8 \cdot P_0;$$

$$P_2 = \frac{\rho^2}{2!} \cdot P_0 = 1.62 \cdot P_0;$$

$$P_3 = \frac{\rho^3}{3!} \cdot P_0 = 0.97 \cdot P_0;$$

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^3 \frac{\rho^k}{k!}} = \frac{1}{1 + 1.8 + 1.62 + 0.97} \approx 0.186;$$

$$P_1 = 1.8 \cdot 0.186 = 0.334;$$

$$P_2 = 1.62 \cdot 0.186 = 0.301;$$

$$P_3 = 0.97 \cdot 0.186 = 0.180.$$

4. Вероятность отказа в обслуживании заявки

$$P_{\text{отк}} = P_3 = 0.180$$

5. Относительная пропускная способность ВЦ
 $q = 1 - P_{\text{отк}} = 1 - 0,180 = 0,820$.
6. Абсолютная пропускная способность ВЦ
 $A = \lambda \cdot q = 1 \cdot 0,820 = 0,820$.
7. Среднее число занятых каналов — ПЭВМ
 $\bar{k} = \rho \cdot (1 - P_{\text{отк}}) = 1,8 \cdot (1 - 0,180) = 1,476$

Таким образом, при установившемся режиме работы СМО в среднем будет занято 1,5 компьютера из трех — остальные полтора будут простаивать. Работу рассмотренного ВЦ вряд ли можно считать удовлетворительной, так как центр не обслуживает заявки в среднем в 18% случаев ($P_3 = 0,180$). Очевидно, что пропускную способность ВЦ при данных λ и μ можно увеличить только за счет увеличения числа ПЭВМ.

Определим, сколько нужно использовать ПЭВМ, чтобы сократить число не обслуженных заявок, поступающих на ВЦ, в 10 раз, т.е. чтобы вероятность отказа в решении задач не превосходила 0,0180. Для этого используем формулу (28):

$$P_{\text{отк}} = P_n = \frac{\rho^n}{n!} P_0,$$

Составим следующую таблицу:

n	1	2	3	4	5	6
P_0	0,357	0,226	0,186	0,172	0,167	0,166
$P_{\text{отк}}$	0,643	0,367	0,18	0,075	0,026	0,0078

Анализируя данные таблицы, следует отметить, что расширение числа каналов ВЦ при данных значениях λ и μ до 6 единиц ПЭВМ позволит обеспечить удовлетворение заявок на решение задач на 99,22%, так как при $n = 6$ вероятность отказа в обслуживании ($P_{\text{отк}}$) составляет 0,0078.

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЁТУ

Понятия системы.

Принцип «чорного ящика».
Елемент і структура системи.
Класифікація систем.
Поняття різноманітності і складності системи.
Основні характеристики складної системи.
Концепція моделі.
Ізоморфні і гомоморфні системи.
Поняття економіко-математичної моделі.
Класифікація економіко-математичних моделей.
Дати характеристику наступним етапам моделювання: постановка завдання, побудова математичної моделі, підготовка початкової інформації.
Дати характеристику наступним етапам моделювання: чисельне рішення, аналіз отриманого рішення і уточнення моделі, практична реалізація моделі.
Поняття управління системою.
Об'єкт і суб'єкт управління системою.
Основні принципи управління системою.
Види управління системою. Жорстке управління.
Регулювання як один з видів управління системою.
Порівняльна характеристика регулювання системою по відхиленню і регулювання системою по обуренню.
Охарактеризувати принцип зворотного зв'язку.
Охарактеризувати принцип необхідної різноманітності системи і принцип управління системою дією на «головний» чинник.
Основні характеристики процесу управління системою.
Поняття системи масового обслуговування СМО Основні характеристики СМО
Організація роботи СМО.
Статистична оцінка ефективності роботи СМО.
Економічна оцінка ефективності роботи СМО.
Одноканальні СМО.
Багатоканальні СМО.
Економічні характеристики роботи СМО.
Поняття системи.
Принцип «чорного ящика».
Елемент і структура системи.
Класифікація систем.
Поняття різноманітності і складності системи.
Основні характеристики складної системи.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабкова, Е. В. Моделирование распределения ресурсов в двухуровневой системе // Принятие решений в условиях неопределенности: Межвуз. науч. сб. / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т.-Уфа, 2001. - С. 60 - 61.
2. Бабкова, Е. В. Прогнозирования в менеджменте с использованием системы STATISTICA / Учебное пособие, БАГСУ, Уфа: 2005. – 48 с.
3. Бабкова, Е. В. Статистическое моделирование и прогнозирование показателей развития социально-экономических систем: учебное пособие. – Уфа: Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т , 2002. – 128 с.: ил.
4. Бабкова, Е. В. Управление распределением ресурсов на основе моделирования по эталону / Принятие решений в условиях неопределенности : Межвуз. науч. сб.- Уфа: Уфимск. гос. авиац. техн ун-т, - 2003. С. 285-290.
5. Бабкова, Е. В., Бабкова, Т. О. Имитационные модели анализа динамики ресурсов банка // Принятие решений в условиях неопределенности: Межвуз. науч. сб. / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. - Уфа, 1999. - С. 252 – 260.
6. Бабкова, Е. В., Верхотурова, О. М. Система расчета параметров графа с различными типами возвратов / Свид. об офиц. регистр. программы для ЭВМ № 2006613035.- Выдано Федеральной службой по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам 31 августа 2006 г.
7. Бабкова, Е. В., Гаймаков, И. Р., Вишняков, А. С. Модель управления проектами в условиях нечеткой информации // Принятие решений в условиях неопределенности: Межвуз. науч. сб. / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. - Уфа, 2000. - С. 183 – 187.
8. Бабкова, Е. В., Гаймаков, И. Р., Вишняков, А. С., Бабков, О. К. Задачи определения параметров сетевой модели по внедрению комплекса работ // Принятие решений в условиях неопределенности: Межвуз. науч. сб. / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. - Уфа, 2001. – С. 216 – 223.
9. Бабкова Е. В., Филиппов А. В. Моделирование пропорций распределения ресурсов в двухуровневой системе: Свид. об офиц. регистр. программы для ЭВМ № 2003611768.- Выдано РОСПАТЕНТ 24 июля 2003г.
10. Басовский, Л. Е. Прогнозирование и планирование в условиях рынка. М.: Инфра-М, 2001.- 259 с.
11. Беляков, С. С., Овчаренко, Н. Ф., Тебуева, Ф. Б. Выявление фрактальных характеристик для процесса прогнозирования временных рядов налоговых поступлений / www.rae.ru/zk/openzip.php/2004/08/Belyakov.zip [Электронный ресурс].
12. Бережная, Е. В. Математические методы моделирования экономических систем: учеб. пособие для вузов / Е. В. Бережная, В. И. Бережной. - М.: Финансы и статистика, 2006. - 432 с.
13. Вишняков, А. С. Анализ эффективности методик исследования алгоритмов обработки данных с использованием конечных автоматов /

Принятие решений в условиях неопределенности. Вопросы моделирования: Межвуз. науч. сб.- Уфа: Уфимс. госуд. авиац. техн ун-т, 2005. Вып. 2. Ч. 2. - С. 129-137.

14. Вишняков А.С. Построение полиномиальных моделей на основе метода группового учета аргументов / Свид. об офиц. регистр. программы для ЭВМ № 2005612255.- Выдано Федеральной службой по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам 02 сентября 2005г.

15. Вишняков, А. С. Реализация метода группового учета аргументов на языке программирования высокого уровня с использованием теории автоматов / Принятие решений в условиях неопределенности. Вопросы моделирования: Межвуз. науч. сб.- Уфа: Уфимс. госуд. авиац. техн ун-т, 2006. Вып. 3. - С. 124-130.

16. Вишняков, А. С. Реализация принципов объектно-ориентированного программирования при моделировании алгоритмов метода группового учета аргументов / Принятие решений в условиях неопределенности. Вопросы моделирования: Межвуз. науч. сб.- Уфа: Уфимс. госуд. авиац. техн ун-т, 2004. - С. 111-118.

17. Боровиков В. STATISTICA : искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов.- СПб.: Питер, 2001.- 656 с.

18. Бююль А., Цёфель П. SPSS: искусство обработки информации. Анализ статистических данных и восстановление скрытых закономерностей.- СПб.: ООО “ДиаСофтЮП”, 2001.- 608 с.

19. Бородакий, Ю. В. и др. Вероятностно-статистические методы обработки данных в информационных системах. – М.: Радио и связь, 2003. – 264 с.

20. Варфоломеев, В. И. Алгоритмическое моделирование элементов экономических систем. Практикум: учебное пособие для студентов вузов. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 264 с.

21. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебное пособие для вузов.- М.: Высш. шк., 2001. - 479 с.

22. Гранберг, А. Г. Основы региональной экономики: учебник для вузов. – М.: Изд. Дом ГУ ВШЭ, 2004. – 495 с.

23. Гулятьев, А. Визуальное моделирование в среде MATLAB: учебный курс. – СПб.: Питер, 2000. – 432 с. : ил.

24. Дюк, В., Самойленко, А. Data mining: Учебный курс.- СПб.: Питер, 2001.- 368 с.

25. Емельянов, А. А. Имитационное моделирование экономических процессов: учеб. пособие / А. А.Емельянов, Е. А. Власова, Р. В. Дума.- М.:Финансы и статистика, 2006. – 416 с.

26. Зайченко, Ю. П. Основы проектирования интеллектуальных систем / [http:// iasa.org.ua/tpi.php](http://iasa.org.ua/tpi.php) [Электронный ресурс]

27. Земиан, Г. Методы прогнозирования финансового состояния организации /<http://www.finanalyst.ru/litra/finanalyst/finan> [Электронный ресурс]

28. Конюховский, П. В. Математические методы исследования операций в экономике. – СПб. : Питер, 2000.- 208 с.
29. Карманов, В. Г. Математическое программирование: учебное пособие. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 264 с.
30. Кельтон, В., Лоу, А. Имитационное моделирование. – СПб.: Питер; Киев: Издательская группа ВНУ, 2004. – 847 с.
31. Конюховский, П. В. Математические методы исследования операций в экономике. – СПб.: Питер, 2000. – 208 с.
32. Крамер, Г. Математические методы статистики. – Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2003. – 648 с.
33. Косоруков, О. А., Мищенко, А. В. Исследование операций – М.: Экзамен, 2003. – 448 с.: ил.
34. Круглов, В. В., Дли, М. И. Интеллектуальные информационные системы: интеллектуальная поддержка систем нечеткой логики и нечеткого вывода. – М.: Изд. Физ.-матем. литературы, 2002. – 256 с.
35. Магнус Я.Р., Катышев П.К., Пересецкий А.А. Эконометрика.- М.: Дело, 2000.- 400 с.
36. Маркова, В. Д., Кузнецова, С. А. Стратегический менеджмент. – Новосибирск: Наука, 2002. – 320 с.
37. Методические рекомендации по формированию отдельных показателей и разделов прогноза социально-экономического развития Российской Федерации на 2007 год и на период до 2009 года/ <http://riac.volsu.ru/investizii> [Электронный ресурс]
38. Методы прогнозирования показателей развития сложных систем: учебное пособие / Е. В. Бабкова, А. В. Филиппов, А. С. Вишняков; Уфа: УГАТУ, 2005. – 158 с.
39. Миддлтон, М. Р. Анализ статистических данных с использованием Microsoft Excel для Office XP.– М.: Бином. Лаборатория знаний, 2005. – 296 с.
40. Музычина, Т. М., Поттосина, С. А. Использование пакета прикладных программ “Статистика”. Минск: 2004. – 312 с.
41. Орлова, И. В. Экономико-математическое моделирование: практическое пособие по решению задач. – М.: Вузовский учебник, 2005. – 144 с.
42. Парсаданов, Г. А., Егоров, В. В. Прогнозирование национальной экономики. – М.: Высш. шк., 2002. – 304 с.
43. Практикум по эконометрике: учеб. пособие для вузов / под ред. И. И. Елисеевой – М.: Финансы и статистика, 2001. – 192 с.
44. Рыжиков, Ю. И. Имитационное моделирование. – СПб.: КОРОНА-принт; М.: Альтекс-А, 2004. – 384 с.
45. Самарский, А. А. Математическое моделирование. Идеи метода. Примеры. / А. А. Самарский, А. П. Михайлов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 320 с.
46. Семенчин, Е. А., Зайцева, И. В. Имитационная модель работы биржи труда. – Обозрение прикл. и промышл. матем., 2005, Т. 12, В. 2, С. 508 – 509.

47. Советов, Б. Я. Моделирование систем. Практикум: учебное пособие для вузов. – М.: Высш. шк., 2005. – 295 с.
48. Советов, Б. Я., Яковлев, С. А. Моделирование систем. Учебник для вузов. – М.: Высш. шк., 2005. – 343 с.
49. Статистика: Учебник / И.И. Елисеева, И.И. Егорова и др. - М.: ТК Велби, Проспект, 2004.- 448 с.
50. Статистический ежегодник “Республика Башкортостан”. Ч.1. Уфа: Стат. управление, 2004. – 212с.
51. Статистический ежегодник “Республика Башкортостан”. Ч.2. Уфа: Стат. управление, 2004. – 216 с.
52. Судаков, К. В. Информационные модели функциональных систем. – М.: Изд. Новое тысячелетие, 2004. – 304 с.
53. Таха Х.А. Введение в исследование операций / Пер. с англ. -М.: Издат. дом “Вильямс”, 2001.- 912 с.
54. Трояновский, В. М. Математическое моделирование в менеджменте: учебное пособие. – М.: Русская деловая литература, 1999. – 240 с. : ил.
55. Федосеев, В. В. Экономико-математические модели и прогнозирование рынка труда. Учебное пособие. – М.: Вузовский учебник, 2005. – 144 с.
56. Федосеев, В. В. и др. Экономико-математические методы и прикладные модели. Учебное пособие для вузов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. – 391 с.
57. Шалобаев, С. И. Экономико-математические методы и модели. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. – 287 с.
58. Шикин, Е. В., Чхартишвили, А. Т. Математические методы и модели в управлении: учебное пособие. – М.: Дело, 2000. – 440 с.
59. Шишов, К. Методы организации и оценки качества экспертиз / [http:// www.uran.donetsk.ua/masters/2005/kita/klochkov/ library](http://www.uran.donetsk.ua/masters/2005/kita/klochkov/library) [Электронный ресурс]
60. Юсупова Н.И. и др. Интеллектуальный подход к прогнозированию экономических показателей и модели оценки проектов в условиях нестабильной экономики: Препринт монографии / УНЦ РАН.- Уфа, 2001.- 48 с.