

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет Информатики и информационных технологий

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

**Кафедра Информационных технологий
и моделирования экономических процессов**

Образовательная программа 09.04.03 Прикладная информатика

Профиль подготовки
Прикладная информатика в аналитической экономике

Уровень высшего образования
магистратура


Форма обучения

Очная

Статус дисциплины: базовая

Махачкала, 2016

Рабочая программа дисциплины **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ** составлена в 2016 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки **09.04.03 Прикладная информатика** от 30 октября 2014 г. № 1404

Разработчик: кафедра информационных технологий и моделирования экономических процессов, Адамадиев К.Р., д.т.н., профессор 

Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры _____ от « ____ » _____ 20__ г., протокол № ____

Зав. кафедрой  Адамадиев К.Р..

(подпись)

на заседании Методической комиссии _____ факультета от « ____ »


_____ 20__ г., протокол № ____.

Председатель  Камилов М.-К. Б.

(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением « 19 »

08 2016 г.



(подпись)

АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ** входит в базовую часть образовательной программы магистерской подготовки по направлению 09.04.03 Прикладная информатика.

Дисциплина реализуется на факультете информатики и информационных технологий кафедрой информационных технологий и моделирования экономических процессов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, по выявлению связей (зависимостей) функционирования экономических объектов разного уровня; изучением методов выявления и оценки этих связей-зависимостей, построением для их изучения математических и компьютерных моделей, а также анализом получаемых результатов и формулировкой выводов и предложений.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций аспиранта: общепрофессиональных - ОПК-3, ОПК-5, профессиональных - ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-9, ПК-11, ПК-16.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение лекционных и лабораторно-практических занятий, а также самостоятельной работы.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение текущего контроля в форме опроса, проверки контрольных и самостоятельных работ и промежуточный контроль в форме зачета.

Объем дисциплины 5 зачетных единиц, в т. ч. в академических часах по видам учебных занятий.

Семестр	Учебные занятия						СРС, в т. ч. зачет	Форма промежуточного контроля и аттестации
	в т. ч.							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Всего	из них						
Лекции		Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	Консультации			
1-й семестр	24	8		16				Зачет
2-й семестр	22	8	14			59		Экзамен
Всего	46	16	14	16		107		

1. Цель изучения дисциплины

Целью изучения дисциплины является теоретическая и практическая подготовка магистров по основам анализа и синтеза прикладных и информационных процессов, структур систем и их отдельных подсистем, систем управления, систем поддержки принятия решений. **Задачи** изучения дисциплины: подготовка магистров для научной и практической деятельности в области разработки моделей сложных систем и проведения исследований на этих моделях.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистра

Дисциплина **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ** входит в базовую часть образовательной программы магистерской подготовки по направлению 09.04.03 Прикладная информатика.

При изучении дисциплины **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ** предполагается, что магистр владеет навыками самостоятельной работы с первичной информацией, нормативно-правовой документацией и навыками формирования и расчета социально-экономических показателей, характеризующие деятельность хозяйствующих субъектов в экономике. Владеть навыками методами построения аналитических и имитационных моделей и навыками их компьютерной реализации.

Данный курс подготовит магистров к прослушиванию в дальнейшем спецкурсов, связанных с эконометрикой и математические и инструментальные методы поддержки принятия решения.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения) .

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ОПК-3	способностью исследовать современные проблемы и методы прикладной информатики и научно-технического развития ИКТ	Знать: основные направления развития ИКТ Уметь: определять перспективные направления развития ИКТ Владеть: навыками коллективной работы, ведения дискуссии и обсуждения полученных результатов
ОПК-5	способностью на практике применять новые научные принципы и методы исследований	Знать: новые научные принципы и методы исследований. Уметь: применять новые научные принципы и методы исследований. Владеть: методами применения новых научных принципов и методов исследований.
ПК-2	способностью формализовывать задачи прикладной области, при решении которых возникает необходимость использования количественных и качественных оценок	Знать: - модели формализации задачи прикладной области; - условия применимости формальных моделей предметной области; Уметь: рассчитывать количественные и качественные оценки формальных моделей предметной области и инструментария в области проектирования и управления ИС в прикладных областях. Владеть: опытом расчета количественных и качественных оценок формальных моделей предметной области и инструментария в области проектирования и управления ИС в прикладных областях.
ПК-3	способностью ставить и решать прикладные задачи в условиях неопределенности и определять методы и средства их эффективного решения	Знать: - методы решения прикладных задач прикладные задачи в условиях неопределенности; Уметь: - применять методы решения прикладных задач в условиях неопределенности; Владеть: - навыками применения методов решения прикладных задач прикладные задачи в условиях неопределенности;
ПК-4	способностью проводить научные эксперименты, оценивать результаты исследований	Знать: - методы планирования и проведения научных экспериментов; - методы оценивания результатов экспериментов. Уметь: - применять методы планирова-

		<p>ния и проведения научных экспериментов; - применять методы оценивания результатов экспериментов.</p> <p>Владеть: - навыками применения методов планирования и проведения научных экспериментов; - опытом применения методов оценивания результатов экспериментов</p>
ПК-5	<p>способностью исследовать применение различных научных подходов к автоматизации информационных процессов и информатизации предприятий и организаций</p>	<p>Знать: - современные научные подходы к автоматизации информационных процессов и информатизации предприятий и организаций;</p> <p>Уметь: применять современные научные подходы к автоматизации информационных процессов и информатизации предприятий и организаций;</p> <p>Владеть: - навыками применения современных научных подходов к автоматизации информационных процессов и информатизации предприятий и организаций;</p>
ПК-9	<p>способностью анализировать и оптимизировать прикладные и информационные процессы</p>	<p>Знать: выбирать и применять различные нотации моделирования</p> <p>Уметь: проводить анализ предметной области, выявлять информационные потребности</p> <p>Владеть: инструментальными средствами обработки аналитической информации</p>
ПК-11	<p>способностью применять современные методы и инструментальные средства прикладной информатики для автоматизации и информатизации решения прикладных задач различных классов и создания ИС</p>	<p>Знать: методологию структурно-функционального анализа</p> <p>Уметь: выбирать методы моделирования систем</p> <p>Владеть: методами моделирования процессов и систем</p>
ПК-16	<p>способностью организовывать работы по моделированию прикладных ИС и реинжинирингу прикладных и информационных процессов предприятия и организации</p>	<p>Знать: технологии реинжиниринга прикладных и информационных процессов</p> <p>Уметь: выполнять композицию и декомпозицию технических систем средней сложности с выявлением основных функциональных связей</p> <p>Владеть: навыками работы с инструментальными средствами моделирования предметной области, прикладных и информационных процессов</p>

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часов.

4.2. Структура дисциплины

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу магистров и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		
Модуль 1. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ И ОЦЕНКИ СВЯЗЕЙ И ЗАВИСИМОСТЕЙ МЕЖДУ ЭКОНОМИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ									
1	Модели для оценки связей между парами экономических показателей	9		4	8			24	Опрос, тестирование, контрольная работа
2	Компьютерное моделирование многофакторных связей между социально-экономическими показателями	9		4	8			24	Опрос, тестирование, контрольная работа
Итого по модулю 1				8	16			48	
Модуль 2. ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ ДЛЯ ЗАКРЫТОЙ И ОТКРЫТОЙ ЗАДАЧ ТРАНСПОРТНОГО ТИПА									
3	Методику построения модели для закрытой и открытой задач транспортного типа	10		2		2		12	Опрос, тестирование, контрольная работа
4	Методику построения двухэтапной модели для задачи	10		2		4		15	Опрос, тестирование, контрольная работа
Итого по модулю 2				4		6		27	
Модуль 3. РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ДЛЯ ОЦЕНКИ СВЯЗЕЙ И ЗАВИСИМОСТЕЙ МЕЖДУ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ МЕТОДОМ СТАТИСТИЧЕСКИХ ГРУППИРОВОК									
5	Постановка задачи и ее информационное обеспечение	10		2		4		16	Опрос, тестирование, контрольная работа
6	Алгоритмы расчетов и формирование документов при экономическом анализе методом статистических группировок	10		2		4		16	Опрос, тестирование, контрольная работа
Итого по модулю 3				4		8		32	
ИТОГО				16	16	14		107	

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

Модуль 1. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ И ОЦЕНКИ СВЯЗЕЙ И ЗАВИСИМОСТЕЙ МЕЖДУ ЭКОНОМИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ

Тема 1. Модели для оценки связей между парами экономических показателей

Статистические характеристики и формулы для их расчета

Изучение показателей (статистических характеристик), приведенных в таблице 3 наименования и обозначения статистических характеристик, а также формулы для их расчета.

Таблица 3

Наименование показателя	Обозначение	Формула для расчета
Коэффициент корреляции	r	$r = (\overline{yx} - \overline{xy}) / \sigma_x \sigma_y$
Коэффициент детерминации	r^2	r^2
Общая дисперсия	$D_{\text{общ}}$	$D_{\text{общ}} = \frac{1}{n-1} \sum (y - \bar{y})^2$
Факторная дисперсия	$D_{\text{факт}}$	$D_{\text{факт}} = \sum (y_x - \bar{y})^2 / 1$
Остаточная дисперсия	$D_{\text{ост}}$	$D_{\text{ост}} = \frac{1}{n-2} \sum (y - y_x)^2$
Критерий Фишера	F	$F = D_{\text{факт}} / D_{\text{ост}}$ $F = (n-2)r^2 / (1-r^2)$
Стандартная ошибка по параметру m	S_m	$S_m = \sqrt{\sum (y - y_x)^2 / (n-2) \sum (x - \bar{x})^2}$
Стандартная ошибка по параметру b	S_b	$S_b = \sqrt{\sum (y - y_x)^2 \sum x^2 / (n-2)n \sum (x - \bar{x})^2}$
Стандартная ошибка для корреляции r	S_r	$S_r = \sqrt{(1-r^2) / n-2}$
Критерий Стьюдента по параметру b	t_b	$t_b = b / S_b$
Критерий Стьюдента по параметру m	t_m	$t_m = m / S_m$
Критерий Стьюдента для корреляции r	t_r	$t_r = r / S_r$ $t_r = r \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}}$
Средняя ошибка аппроксимации	A	$A = \frac{100}{y} \sqrt{\frac{\sum (y - y_x)^2}{n}}$

Изучить сущность параметров уравнений парной регрессии и формул для их расчета

Параметры уравнений парной регрессии ($b; m; m_1; m_2$) рассчитываются методом наименьших квадратов по нижеприведенным формулам:

- уравнений регрессии линейного вида

$$b = \bar{Y} - m\bar{X}; m = \frac{\overline{XY} - \bar{Y} * \bar{X}}{\overline{X^2} - (\bar{X})^2};$$

- уравнений степенного вида

$$\lg b = \overline{\lg Y} - m\overline{\lg X}; b = 10^{\lg b}; m = \frac{\overline{\lg X \cdot \lg Y} - \overline{\lg Y} \cdot \overline{\lg X}}{(\overline{\lg X})^2 - (\overline{\lg X})^2};$$

- уравнений гиперболического вида

$$b = \bar{Y} - m \cdot \left(\frac{1}{\bar{X}}\right); m = \frac{\frac{1}{\bar{X}} \cdot \bar{Y} - \left(\frac{1}{\bar{X}}\right) \cdot \bar{Y}}{\left(\frac{1}{\bar{X}}\right)^2 - \left(\frac{1}{\bar{X}}\right)^2};$$

- уравнений показательного вида

$$\lg b = \overline{\lg Y} - m\overline{\lg X}; b = 10^{\lg b}; \lg m = \frac{\overline{X \cdot \lg Y} - \bar{X} \cdot \overline{\lg Y}}{\overline{X^2} - (\bar{X})^2}; m = 10^{\lg m};$$

- уравнений параболического вида

$$b = \bar{y} - m_1 \bar{x} - m_2 \bar{x}^2 \quad m_1 = \frac{(\bar{x} \cdot \bar{y} - \overline{xy}) - m_2 (\overline{x^2 \cdot \bar{x}} - \bar{x}^3)}{(\bar{x})^2 - \bar{x}^2};$$

$$m_2 = \frac{(\bar{x} \cdot \bar{y} - \overline{xy}) / ((\bar{x})^2 - \bar{x}^2) - (\overline{x^2 \cdot \bar{y}} - \bar{x}^2 \bar{y}) / (\bar{x} \cdot \bar{x}^2 - \bar{x}^3)}{(\bar{x} \cdot \bar{x}^2 - \bar{x}^3) / ((\bar{x})^2 - \bar{x}^2) \cdot ((\bar{x}^2)^2 - \bar{x}^3) / (\bar{x} \cdot \bar{x}^2 - \bar{x}^3)}.$$

Решение задачи начинается с построения графиков точек рассеивания.

По расположению точек на графике можно делать предварительный вывод о возможных видах линий регрессии.

Графики точек рассеивания можно строить с помощью инструментария «Мастер диаграмм» в MSExcel, выполняя следующие действия:

- создать исходную таблицу вида

X				
Y				

- выделив созданную исходную таблицу нажать на пункт «Вставка» главного меню;

- в появившемся подменю «Диаграммы» выбрать пункт «Точечная», а затем в окне «Точечная» выбрать первый из 5-ти возможных типов диаграмм.

После выполнения указанных действий на рабочем поле MSExcel будет выведен сформированный «Мастером диаграмм» график точек рассеивания.

Затем можно перейти к расчету промежуточных показателей. При построении уравнений регрессии линейного вида необходимо рассчитать следующие показатели:

$$\sum x; \sum y; \sum y^2; \sum x \cdot y; y_x; \sum (y - \bar{y})^2; \sum (y - y_x)^2; \sum (y_x - \bar{y})^2; \sum (x - \bar{x})^2; \bar{y};$$

$$\bar{x}; \bar{x}^2; \bar{x}y.$$

Расчеты выполняются в следующей последовательности:

- рассчитываются x^2 и $x \cdot y$ для 1-го региона путем ввода указанных формул в соответствующие ячейки этого региона, а затем скопировать эти формулы в ячейки для всех остальных регионов;

- рассчитываются $\sum x; \sum y; \sum x^2; \sum xy; \bar{x}; \bar{y}; \bar{x}^2; \bar{xy}$ путем ввода соответствующих формул в строки «Сумма» и «Ср.арифметическая»;

- рассчитываются b и m по вышеприведенным формулам для уравнения парной линейной регрессии (см. последнюю строку таблицы 4.1).

- производится математическая запись построенного уравнения регрессии, которая в нашем примере имеет вид $y_x = 60,4623 + 0,2740 \cdot x$;

- подставив в построенное уравнение значения показателя – фактора (x) определяют расчетные значения (y_x) (см. столбец 7 таблицы 4.1); например, расчетное значение ВРП для Калининградской области равно $y_x = 60,4623 + 0,2740 \cdot 143 = 56,6$ млрд.руб.;

- рассчитываются $(y - \bar{y})^2; (y - y_x)^2; (y_x - \bar{y})^2$ для 1-го региона путем ввода указанных формул, а затем эти формулы копируются в ячейки остальных регионов;

- рассчитываются $\sum (y - \bar{y})^2; \sum (y - y_x)^2; \sum (y_x - \bar{y})^2$; Эти показатели необходимы для расчета статистических характеристик.

Аналогичные расчеты выполняются и при построении уравнений регрессии других 4-х видов, хотя имеются некоторые различия. Методика расчета параметров для уравнений степенного, показательного, гиперболического и параболического видов иллюстрируют таблицы 4.2; 4.3.

Различие для уравнения степенного вида состоит в том, что в качестве исходных показателей при определении b и m используются не величины y и x , а их логарифмов $\lg y$ и $\lg x$. В случае показательного уравнения исходными для расчета параметров являются величины $\lg y$ и x , а в случае гиперболического уравнения – величины y и $\frac{1}{x}$. Исходными показателями при построении уравнения параболического вида являются величины: y , x , x^2 .

Рассчитанные величины параметров целесообразно свести в таблицу 5.

Математическая запись построенных однофакторных моделей:

$y = 19,0064 + 0,2626x_1$ - линейного вида;

$y = 1,3092/x_1^{0,7528}$ - степенного вида;

$y = 41,0 * 1,0027^{x_1}$ - показательного вида;

$y = 158,2 - 17026,4/x_1$ - гиперболического вида;

$y = 29,099 + 0,1908x_1 + 0,000119x_1^2$ - параболического вида

Тема 2. Компьютерное моделирование многофакторных связей между социально-экономическими показателями

В общем случае многофакторные связи и зависимости в экономике описываются одним уравнением, вида

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n), \text{ где}$$

y – результативный или зависимый экономический показатель (зависимая переменная);

x_1, x_2, \dots, x_n – независимые экономические показатели-факторы (независимые простые переменные).

Построение n-факторных уравнений можно, с нашей точки зрения, и на основе уравнений от одного до (n-1) факторных.

Сущность этого метода рассмотрим на примере. Пусть требуется построить многофакторные модели для одного результативного показателя, зависящего от 2-х-3-х показателей-факторов. Если результативный (у) экономический показатель (у) зависит от двух показателей-факторов (x_1 и x_2), то 2-х факторную модель можно построить двумя способами:

- построить уравнение зависимости $y = f(x_1, x_2)$;
- построить два однофакторных уравнения $y = f(x_1)$; $y = f(x_2)$, сложить эти уравнения и разделить на два.

Таблица 1

Статистические характеристики и формулы для их расчета

1.	$R_{yx_1x_2\dots x_p} = \sqrt{1 - \frac{\sigma_{ост}^2}{\sigma_y^2}},$ <p>где σ_y^2, $\sigma_{ост}^2$ - общая и остаточная дисперсия результативного признака; y - фактические значения результативного показателя $y_{yx_1x_2\dots x_p}$ - значения результативного показателя, рассчитанные по уравнению регрессии</p>	Индекс множественной корреляции
2.	$R^2_{yx_1x_2\dots x_p} = 1 - \frac{\sum (y - y_{yx_1x_2\dots x_p})^2}{\sum (y - \bar{y})^2},$ $I = R^2_{yx_1x_2\dots x_p} * 100$	Индекс детерминации
3.	$F = \frac{D_{факт}}{D_{ост}} = \frac{R^2}{1 - R^2} \frac{n - m - 1}{m},$ <p>где m - число параметров при переменных x; n - число наблюдений.</p>	F-критерий Фишера
4.	$E_{y_{x_i}} = b_i \frac{x_i}{y_{x_i x_1 x_2 \dots x_{i-1} x_{i+1} \dots x_p}}.$	частные коэффициенты эластичности
5.	$r_{yx_i x_1 x_2 \dots x_{i-1} x_{i+1} \dots x_p} = \sqrt{1 - \frac{1 - R^2_{yx_1 x_2 \dots x_p}}{1 - R^2_{yx_i x_1 x_2 \dots x_{i-1} x_{i+1} \dots x_p}}},$	индекса частной корреляции
6.	$F_{x_i} = \frac{R^2_{yx_1 x_2 \dots x_p} - R^2_{yx_1 x_2 \dots x_{i-1} x_{i+1} \dots x_p} (n - m - 1)}{1 - R^2_{yx_1 x_2 \dots x_p}} \cdot \frac{1}{1}.$	частного F- критерия

Пусть зависимость является линейной. Тогда при первом способе 2-х факторное уравнение будет иметь вид $y = b + m_1 x_1 + m_2 x_2$, где

b, m_1, m_2 - принятые в MSExcel обозначения для параметров уравнения.

При втором способе:

а) $y = b_1 + m_1 x_1$; $y = b_2 + m_2 x_2$;

$$\text{б) } 2y = (b_1 + b_2) + m_1x_1 + m_2x_2.$$

$$\text{Откуда } y = (b_1 + b_2)/2 + m_1x_1/2 + m_2x_2/2.$$

Если результативный показатель зависит (y) от трех показателей-факторов (x_1, x_2, x_3), то по этим данным можно построить: три двухфакторных и одно трехфакторное уравнения:

$$y = f(x_1, x_2), y = f(x_1, x_3);$$

$$y = f(x_2, x_3), y = f(x_1, x_2, x_3).$$

Такие уравнения также можно построить двумя способами:

- а) непосредственно по исходным данным;
 б) двухфакторные – путем суммирования однофакторных; трехфакторные – суммированием одно- и 2-х факторных:

$$y = (b_1 + b_2)/2 + m_1x_1/2 + m_2x_2/2;$$

$$y = (b_1 + b_3)/2 + m_1x_1/2 + m_3x_3/2;$$

$$y = (b_2 + b_3)/2 + m_2x_2/2 + m_3x_3/2;$$

$$y = (b_1 + b_2)/2 + [(m_{1_1} + m_{1_2})x_1]/2 + m_{2_2}x_2/2 + m_{3_2}x_3/2;$$

$$y = (b_1 + b_3)/2 + m_{1_1}x_1/2 + [(m_{2_1} + m_{2_3})x_2]/2 + m_{3_2}x_3/2;$$

$$y = (b_1 + b_3)/2 + m_{1_2}x_2/2 + m_{2_3}x_2/2 + [(m_{3_2} + m_{3_3})x_3]/2;$$

$$y =$$

$$(b_1 + b_2 + b_3)/3 + [(m_{1_1} + m_{1_2})x_1]/3 + [(m_{2_1} + m_{2_3})x_2]/2 + [(m_{3_2} + m_{3_3})x_3]/3.$$

Если результативный показатель зависит от 4-х факторов, то можно построить: четыре однофакторных уравнений; шесть 2-х факторных уравнений; три 3-х факторных уравнений; одно 4-х факторных уравнений.

При этом уравнения можно построить:

- а) однофакторные – по исходным данным;
 б) 2-х факторные по исходным данным и на основе однофакторных;
 в) 3-х факторные – по исходным данным, а также на основе одно- и двухфакторных;
 г) четырех факторные – по исходным данным и на основе одно-, 2-х и 3-х факторных.

Их вышесказанного следует: чтобы при построении многофакторных уравнений регрессии (т.е. определить их параметры) возникает необходимость выполнения множества расчетов. К этому добавим и то, что требуется рассчитать не только параметры, но и ряд статистических характеристик.

Кроме того на основе многофакторных уравнений можно (и следует) рассчитать и несколько показателей, которые отсутствуют для однофакторных: изокванта, предельные нормы взаимозаменяемости факторов, изоклинал.

И, наконец, на основе многофакторных уравнений можно строить так называемые частные уравнения множественной регрессии.

Таким образом, очевидна необходимость разработки математического инструментария и компьютерной модели для автоматизации расчета параметров и характеристик, а также построения многофакторных уравнений регрессии.

Компьютерная модель для построения 2-х факторных уравнений регрессии состоит из следующих элементов:

- а) базы данных социально-экономических показателей;
 б) таблицы-шаблона с исходными данными (таблица 2)

Таблица 2

Таблица-шаблон с исходными данными

	ВРП, млрд.руб.	числ, тыс.чел.	ОФ, млрд.руб.	Инв, млрд.руб.
	y	x_1	x_2	x_3

1	Республика Ингушетия	18,7	65,5	41	6,4
2	Республика Алтай	19,9	94,9	45	9,5
3	Республика Калмыкия	23,9	114,2	114	7,3
...
27	Астраханская область	132,2	446,3	530	57,0
	Сумма	1994,9	7399,7	5987	601,7
	Ср.знач	73,9	274,1	222	22,3

в) математического инструментария, состоящего из уравнений регрессии:

$$y = b + m_1x_1 + m_2x_2; \quad (7)$$

$$y = b \cdot x_1^{m_1} x_2^{m_2}; \quad (8)$$

$$y = b m_1^{x_1} m_2^{x_2}; \quad (9)$$

$$y = b + \frac{m_1}{x_1} + \frac{m_2}{x_2}; \quad (10)$$

$$y = b + m_1x_1 + m_2x_2 + m_3x_1^2 + m_4x_2^2 + m_5x_1 \cdot x_2. \quad (11)$$

г) системы уравнений, с помощью которых рассчитываются параметры, например, для уравнения (11) будет иметь вид

$$\left\{ \begin{array}{l} nb + m_1 \sum x_1 + m_2 \sum x_2 + m_3 \sum x_1^2 + m_4 \sum x_2^2 + m_5 \sum x_1x_2 = \sum y; \\ b \sum x_1 + m_1 \sum x_1 \cdot x_1 + m_2 \sum x_2 \cdot x_1 + m_3 \sum x_1^2 \cdot x_1 + m_4 \sum x_2^2 \cdot x_1 + m_5 \sum x_1x_2 \cdot x_1 = \sum yx_1; \\ b \sum x_2 + m_1 \sum x_1 \cdot x_2 + m_2 \sum x_2 \cdot x_2 + m_3 \sum x_1^2 \cdot x_2 + m_4 \sum x_2^2 \cdot x_2 + m_5 \sum x_1x_2 \cdot x_2 = \sum yx_2; \\ b \sum x_1^2 + m_1 \sum x_1 \cdot x_1^2 + m_2 \sum x_2 \cdot x_1^2 + m_3 \sum x_1^2 \cdot x_1^2 + m_4 \sum x_2^2 \cdot x_1^2 + m_5 \sum x_1x_2 \cdot x_1^2 = \sum x_1^2y; \\ b \sum x_2^2 + m_1 \sum x_1 \cdot x_2^2 + m_2 \sum x_2 \cdot x_2^2 + m_3 \sum x_1^2 \cdot x_2^2 + m_4 \sum x_2^2 \cdot x_2^2 + m_5 \sum x_1x_2 \cdot x_2^2 = \sum x_2^2y; \\ b \sum x_1x_2 + m_1 \sum x_1 \cdot x_1x_2 + m_2 \sum x_2 \cdot x_1x_2 + m_3 \sum x_1^2 \cdot x_1x_2 + m_4 \sum x_2^2 \cdot x_1x_2 + m_5 \sum x_1x_2 \cdot x_1x_2 = \sum x_1x_2y. \end{array} \right.$$

д) таблицы-шаблона для выполнения промежуточных расчетов параметров и необходимых для определения статистических характеристик 2-х факторных уравнений регрессии (таблицы 3(а, б, в, г, д)).

Таблица 3

Таблицы-шаблоны для расчета суммарных и средних величин, необходимых для расчета параметров и статистических характеристик 2-х факторных уравнений множественной регрессии

а) для линейного вида

	y	x ₁	x ₂	x ₁ ²	x ₁ x ₂	x ₁ y	x ₂ ²	yx ₂
1	18,7	65,5	41	4290	2686	1225	1681	767
2	19,9	94,9	45	9006	4271	1889	2025	896
3	23,9	114,2	114	13042	13019	2729	12996	2725
...
27	132,2	446,3	530	199184	236539	59001	280900	70066
Сумма	1994,9	7399,7	5987	2607601	2094928	668240	1794703	558375
Ср.знач.	73,9	274,1	221,7	96578	77590	24750	66470	20681

б) для степенного вида

	y	x ₁	x ₂	lgy	lgx ₁	lgx ₂	(lgx ₁) ²
1	2	3	4	5	6	7	8
1	18,7	65,5	41	1,2718	1,8162	1,6128	3,2987

2	19,9	94,9	45	1,2989	1,9773	1,6532	3,9096
3	23,9	114,2	114	1,3784	2,0577	2,0569	4,2340
...
27	132,2	446,3	530	2,1212	2,6496	2,7243	7,0205
Сумма	1994,9	7399,7	5987	48,6827	63,4696	60,7000	151,7231
Ср.знач.	73,9	274,1	222	1,8031	2,3507	2,2481	5,6194

	lgx_1lgx_2	$lgylgx_1$	$(lgx_2)^2$	$lgylgx_2$
	9	10	11	12
1	2,9292	2,3100	2,6011	2,0512
2	3,2688	2,5682	2,7331	2,1473
3	4,2324	2,8363	4,2309	2,8352
...
27	7,2183	5,6205	7,4217	5,7788
Сумма	144,9869	116,2272	139,2041	111,4896
Ср.знач.	5,3699	4,3047	5,1557	4,1292

в) для показательного вида

	y	x_1	x_2	lgy	x_1^2	x_1x_2	x_1lgy	x_2^2	x_2lgy
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	18,7	65,5	41	1,2718	4290	2685,5	83,3	1681,0	52,1
2	19,9	94,9	45	1,2989	9006	4270,5	123,3	2025,0	58,4
3	23,9	114,2	114	1,3784	13042	13018,8	157,4	12996,0	157,1
...
27	132,2	446,3	530	2,1212	199184	236539,0	946,7	280900,0	1124,3
Сумма	1994,9	7399,7	5987	48,6827	2607601	2094928	14210	1794703	11590
Ср.знач.	73,9	274,1	221,7	1,8031	96577,8	77589,9	526,3	66470,5	429,3

г) для гиперболического вида

	y	x_1	x_2	$1/x_1$	$1/x_2$	$(1/x_1)^2$
1	2	3	4	5	6	7
1	18,7	65,5	41	0,015267	0,024390	0,000233
2	19,9	94,9	45	0,010537	0,022222	0,000111
3	23,9	114,2	114	0,008757	0,008772	0,000077
...
27	132,2	446,3	530	0,002241	0,001887	0,000005
Сумма	1994,9	7399,7	5987	0,1606	0,2060	0,001767
Ср.знач.	73,9	274,1	221,7	0,0059	0,0076	0,000065

	$(1/x_1)(1/x_2)$	$(1/x_1)y$	$(1/x_2)^2$	$(1/x_2)lgy$
	8	9	10	11
1	0,0003724	0,28550	0,000595	0,45610
2	0,0002342	0,20969	0,000494	0,44222
3	0,0000768	0,20928	0,000077	0,20965
...
27	0,0000042	0,29621	0,000004	0,24943
Сумма	0,001924	8,4536	0,00284	10,1637
Ср.знач.	0,000071	0,3131	0,00011	0,3764

д) для параболического вида (квадратического полинома)

	y	x_1	x_2	x_1^2	x_2^2	x_1x_2	x^3
	2	3	4	5	6	7	8
1	18,7	65,5	41	4290	1681	2686	281011
2	19,9	94,9	45	9006	2025	4271	854670
3	23,9	114,2	114	13042	12996	13019	1489355
...
27	132,2	446,3	530	199184	280900	236539	88895681
Сумма	1994,9	7399,7	5987	2607600,97	1794703	2094928	1039745842
Ср.знач.	73,9	274,1	221,7	96578	66470	77590	38509105

$x_1x_2^2$	$x_1^2x_2$	yx_1	x_2^3	yx_2	x_1^4	$x_1^2x_2^2$
9	10	11	12	13	14	15
185087346	175900	1225	68921	767	18406245	7211910
389149313	405270	1889	91125	896	81108216	18237170
19287925027	1486747	2729	1481544	2725	170084374	169489153
...
3,522E+13	1,056E+08	5,900E+04	1,489E+08	7,007E+04	3,967E+10	5,595E+10
1,065E+14	8,304E+08	6,682E+05	6,338E+08	5,584E+05	4,469E+11	2,967E+11
3,945E+12	3,075E+07	2,475E+04	2,347E+07	2,068E+04	1,655E+10	1,099E+10

$x_1^3x_2$	yx_1^2	x_2^4	$x_1x_2^3$	yx_2^2	yx_1x_2
16	17	18	19	20	21
11521466	80228	2825761	4514326	31435	50219
38460166	179220	4100625	8647763	40298	84983
169786503	311695	168896016	169192325	310604	311149
...
4,711E+10	2,633E+07	7,890E+10	6,644E+10	3,713E+07	3,127E+07
3,531E+11	2,592E+08	2,476E+11	2,642E+11	1,883E+08	2,145E+08
1,308E+10	9,598E+06	9,169E+09	9,785E+09	6,976E+06	7,946E+06

Таблица 4

Показатели, использованные для построения многофакторных уравнений регрессии

2010			ВРП, млрд.руб.	числ, тыс.чел.	ОФ, млрд.руб.	Инв, млрд.руб.
			У	X ₁	X ₂	X ₃
1	Республика Ингушетия	СКФО	18,7	65,5	41	6,448
2	Республика Алтай	СФО	19,9	94,9	45	9,520
3	Республика Калмыкия	ЮФО	23,9	114,2	114	7,288
...
27	Астраханская область	ЮФО	132,2	446,3	530	56,935
			1994,9	7399,7	5987	601,719
			73,9	274,1	222	22,286

Таблица 5

Системы уравнений и формулы для расчета параметров b и m уравнений парной регрессии методом наименьших квадратов

Вид уравнения	Системы уравнений	Формулы для расчета параметров
линейное	$\begin{cases} n * b + m * \sum x = \sum y \\ b * \sum x + m * \sum x^2 = \sum yx \end{cases}$	$m = \frac{\overline{xy} - \bar{x} * \bar{y}}{\overline{x^2} - (\bar{x})^2}; \quad b = \bar{y} - m\bar{x}$
Гиперболическое	$\begin{cases} n * b + m * \sum \frac{1}{x} = \sum y \\ b * \sum \frac{1}{x} + m * \sum \left(\frac{1}{x}\right)^2 = \sum \frac{y}{x} \end{cases}$	$m = \frac{\overline{x/y} - \bar{y}/\bar{x}}{\overline{(1/x)^2} - (\overline{1/x})^2}$ $b = \bar{y} - m(\overline{1/x})$
Показательное	$\begin{cases} n * lgb + lgm * \sum x = \sum lgy \\ lgb * \sum x + lgm * \sum x^2 = \sum (lgy * x) \end{cases}$	$lgm = \frac{\overline{lgy/x} - \overline{lgy}/\bar{x}}{\overline{x^2} - (\bar{x})^2}$ $lgb = \overline{lgy} - lgm * \bar{x}$ $m = 10^{lgm}$ $b = 10^{lgb}$
Степенное	$\begin{cases} n * lgb + m * \sum lgx = \sum lgy \\ lgb * \sum lgx + m * \sum (lgx)^2 = \sum lgy * lgx \end{cases}$	$m = \frac{\overline{lgy * lgx} - \overline{lgy} * \overline{lgx}}{\overline{lgx^2} - (\overline{lgx})^2}$ $\overline{lgb} = \overline{lgy} - m * \overline{lgx}$ $b = 10^{\overline{lgb}}$

Модуль 2. ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ ДЛЯ ЗАКРЫТОЙ И ОТКРЫТОЙ ЗАДАЧ ТРАНСПОРТНОГО ТИПА

Тема3. Методику построения модели для закрытой и открытой задач транспортного типа

Построение модели транспортного типа рассмотрим на примере. Пусть в четырех хозяйствах выращен виноград в количестве 6; 11; 14 и 19 тыс.т., который подлежит от-

грузке на три перерабатывающих предприятия мощностью соответственно 10; 15 и 25 тыс.т. Известно расстояние (в км.) от каждого хозяйства до каждого завода (таблицу 1).

Таблица 1

хозяйства	закрытая трансп-я задача			объем прод. хоз-в,т.
	заводы			
	з1	з2	з3	
хз1	2	5	7	6
хз2	1	3	6	11
хз3	10	7	4	14
хз4	15	12	9	19
спрос заводов, т.	10	15	25	

Требуется:

а) разработать модель оптимизации перевозок винограда, позволяющий минимизировать суммарный грузооборот в ткм.;

б) записать модель в табличном виде и решить на ПЭВМ

Для построения модели введем переменные $x_{11}, x_{12}, x_{13}, \dots, x_{43}$, обозначающие объем перевозки винограда от каждого хозяйства до каждого завода. Особенностью обозначения переменных является введение двойных индексов. Так, x_{12} читается «икс один два» и выражает объем винограда, перевозимого из первого хозяйства на второй завод.

С помощью введенных переменных и заданных по условию задачи числовых величин показателей составим математическую модель задачи оптимизации перевозок в аналитическом виде: требуется разработать план перевозок ($x_{11}, x_{12}, \dots, x_{43}$), позволяющий максимизировать грузооборот, выражаемый функцией

$$F = \{2 \cdot x_{11} + 5 \cdot x_{12} + 7 \cdot x_{13} + x_{21} + 3 \cdot x_{22} + \dots + 9 \cdot x_{43}\}$$

при соблюдении следующих условий:

а). весь виноград, выращенный в хозяйствах и отгруженный заводам

1. $x_{11} + x_{12} + x_{13} = 6$
2. $x_{21} + x_{22} + x_{23} = 11$
3. $x_{31} + x_{32} + x_{33} = 14$
4. $x_{41} + x_{42} + x_{43} = 19$

б) объем винограда, перерабатываемый каждым заводом должен быть равен его мощности:

5. $x_{11} + x_{21} + x_{31} + x_{41} = 10$
6. $x_{12} + x_{22} + x_{32} + x_{42} = 15$
7. $x_{13} + x_{23} + x_{33} + x_{43} = 25$

3. Все переменные должны быть величинами неотрицательными

$$x_{11} \geq 0; x_{12} \geq 0; \dots; x_{43} \geq 0.$$

Методику составления рабочей матрицы моделей транспортной задачи иллюстрируют таблицы 2– 6.

Таблица 2

хозяйства	закрытая трансп-я задача			объем прод. хоз-в,т.
	заводы			
	з1	з2	з3	
хз1	2	5	7	6
хз2	1	3	6	11
хз3	10	7	4	14
хз4	15	12	9	19

спрос заводов, т.	10	15	25	
-------------------	----	----	----	--

Таблица 3

	X11	X12	X13	X21	X22	X23	X31	X32
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	1	1					
2				1	1	1		
3							1	1
4								
5	1			1			1	
6		1			1			1
7			1			1		
F	2	5	7	1	3	6	10	7
опт.реш.	6,0	0,0	0,0	4,0	7,0	0,0	0,0	2,3
неотр.	0	0	0	0	0	0	0	0

Продолжение таблицы 3

	X33	X41	X42	X43	расчетные формулы	величина ограничения
	9	10	11	12	13	14
1					6	6
2					11	11
3	1				14	14
4		1	1	1	19	19
5		1			10	10
6			1		15	15
7	1			1	25	25
F	4	15	12	9	288	
опт.реш.	11,7	0,0	5,7	13,3		50,0
неотр.	0	0	0	0		

Таблица 4

Учет пропускной способности в задачах транспортного типа

хозяйства	заводы				объем прод.хоз-в,т.
	з1	з2	з3		
			з3.1	з3.2	
хз1	2	5	7	7	6
хз2	1	3	6	6	11
хз3	10	7	4	4	14
хз4	15	12	9	100	19
спрос заводов, т.	10	15	8	17	
			25		

Открытая транспортная задача и ее преобразования и в закрытую

Таблица 5					Таблица 6				
открытая трансп-я задача				преобраз-е открытой задачи в закрытую					
хозяйства	заводы			объем прод.хоз-в,т.	хозяйства	заводы			объем прод.хоз-в,т.
	з1	з2	з3			з1	з2	з3	
хз1	2	5	7	6	хз1	2	5	7	6
хз2	1	3	6	11	хз2	1	3	6	11
хз3	10	7	4	14	хз3	10	7	4	14
хз4	15	12	9	19	хз4	15	12	9	19
спрос заводов, т.	10	15	32	57/50	фиктив.хз5	0	0	0	7
					спрос заводов, т.	10	15	32	57/(50+7)

Тема 4. Методику построения двухэтапной модели для задачи транспортного типа

Пусть требуется перевезти зерно из пяти хозяйств на три элеватора, а затем на четыре мелькомбината. Объем перевозимого зерна из хозяйств, емкости элеваторов спрос мелькомбинатов, а также затраты на перевозку 1 т зерна от хозяйств до элеваторов и от последних до мелькомбинатов известны (см. таблицы 1 и 2).

Таблица 1

Объем зерна, перевозимого из хозяйств, емкость элеваторов и затраты на перевозку 1 т. зерна

Хозяйства	Элеваторы			Объем зерна в хоз-вах, тыс.т.
	1	2	3	
1	5	7	8	7,0
2	7	4	2	9,0
3	6	8	5	5,0
4	15	20	6	4,5
5	25	30	18	7,5
Емкость элеваторов, тыс.т.	15,0	8,5	16,5	

Таблица 2

Спрос мелькомбинатов на зерно и затраты по его перевозке от элеваторов до мелькомбинатов

Элеваторы	Мелькомбинаты			
	1	2	3	4
1	2	6	7	10
2	7	3	15	12

3	4	9	3	5
Спрос мелькомбинатов, тыс.т.	10,0	9,0	6,5	4,5

Требуется разработать модель транспортного типа, позволяющую составить оптимальный план перевозок зерна от хозяйств к элеваторам, от последних до мелькомбинатов, обеспечивающего минимальные транспортные затраты.

Таблица-матрица двухэтапной задачи о перевозках будет иметь вид таблицы 3.

Таблица 3

Хозяйства+ Элеваторы	Элеваторы			Мелькомбинаты					Наличие, тыс.т.
	1	2	3	1	2	3	4	5 фиктив.	
1	5	7	8	100	100	100	100	100	7,0
2	7	4	2	100	100	100	100	100	9,0
3	6	8	5	100	100	100	100	100	5,0
4	15	20	16	100	100	100	100	100	4,5
5	25	30	18	100	100	100	100	100	7,5
Фиктив. 6	0	0	0	100	100	100	100	100	7,0
1	0	100	100	2	6	7	10	0	15,0
2	100	0	100	7	3	15	12	0	8,5
3	100	100	0	4	9	3	5	0	16,5
Спрос, тыс.т.	15,0	8,5	16,5	10,0	9,0	6,5	4,5	10,0	80,0

На основе этой таблицы матрицы можно составить модель в аналитической записи: найти план перевозок $(x_{11}, x_{12}, \dots, x_{18}, x_{21}, x_{22}, x_{98})$, позволяющий минимизировать суммарные транспортные затраты, т.е.

$$F = (5 \cdot x_{11} + 7 \cdot x_{12} + \dots + 100 \cdot x_{18} + 7 \cdot x_{21} + 4 \cdot x_{22} + \dots + 5 \cdot x_{98}) \min$$

при условиях:

$$x_{11} + x_{12} + \dots + x_{18} = 7,0;$$

$$x_{21} + x_{22} + \dots + x_{28} = 9,0;$$

$$\dots$$

$$x_{91} + x_{92} + \dots + x_{98} = 16,5;$$

$$x_{11} + x_{21} + \dots + x_{91} = 15,0;$$

$$x_{12} + x_{22} + \dots + x_{92} = 8,5;$$

$$\dots$$

$$x_{18} + x_{28} + \dots + x_{88} = 10,0.$$

Модуль 3. РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ДЛЯ ОЦЕНКИ СВЯЗЕЙ И ЗАВИСИМОСТЕЙ МЕЖДУ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ МЕТОДОМ СТАТИСТИЧЕСКИХ ГРУППИРОВОК

Тема 5. Постановка задачи и ее информационное обеспечение

Метод статистических группировок является одним из традиционных методов выявления связей, зависимостей и тенденций.

Группировка – это расчленение совокупности данных на группы с целью изучения ее структуры или взаимосвязей между компонентами. В процессе группировки единицы совокупности распределяются по группам в соответствии со следующим принципом: раз-

личие между единицами, отнесенными к одной группе, должно быть меньше, чем различие между единицами, отнесенными к разным группам.

Длина интервала группировки может быть одним и тем же или разным.

Выбор длины с равными интервалами предпочтительнее, так как он лишен субъективизма. В этом случае для определения длины интервала можно использовать формулы Стерджеса:

$$k = 1 + 3,32 \cdot \lg N; \quad i = (X_{\max} - X_{\min}) / k,$$

где X_{\max}, X_{\min} - максимальное и минимальное значения признака в изучаемой совокупности; k - число групп; N - число объектов (наблюдений) в совокупности.

В соответствии с формулами Стерджеса между количеством групп и числом наблюдений существует следующее соотношение:

Число наблюдений	2	3-5	6-11	12-21	22-46	47-87	88-175	176-350	351-702
Число групп	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Когда объектов в статистической совокупности много применяют метод многоуровневых группировок.

Анализ методом группировок предполагает выполнение следующих шагов:

- выбирается показатель, принимаемый за групповой признак;
- объекты совокупности располагаются в порядке возрастания или убывания показателя, принятого за признак группировки;
- определяется количество групп и длина интервала;
- определяется перечень показателей, подлежащих анализу, а также показателей, между которыми выявляется наличие связей или зависимостей;
- разрабатывается математическая модель для расчетных показателей;
- разрабатывается компьютерная модель для выполнения всех расчетов для одной из групп объектов;
- с помощью созданной компьютерной модели выполняются расчеты для всех групп объектов;
- результаты, полученные с помощью компьютерной модели, сводятся в аналитические таблицы.

Сущность компьютерной модели, реализующей метод группировок, проиллюстрируем на примере четырех показателей (ВРП, стоимость основных фондов, численность занятых, объем инвестиций) регионов России за 2009г. В качестве признака группировки примем ВРП, а в качестве статистической совокупности - 28 средних регионов с величиной ВРП от 127,0 до 298,1 млрд. руб. Компьютерная модель реализуется в MSExcel.

Чтобы определить перечень 28 средних регионов по величине ВРП следует:

- создать исходную таблицу с данными всех регионов России по четырем рассматриваемым показателям;
- упорядочить их в порядке возрастания или убывания величины показателя, принятого за групповой признак;
- выбрать 28 регионов, занимающие по величине ВРП 27-54-е места;
- скопировать их и создать исходную таблицу (см. таблицу 1).

Таблица 1

Перечень 28-ми средних регионов России, занимающие по величине ВРП 27-54-е места и их четыре экономических показателя по данным за 2009 г.

		ВРП, млрд.руб.	ОФ, млрд.руб.	Числ., тыс.чел.	Инвес., млрд.руб.
1	Брянская область	127,0	327	608,2	27,2

2	Амурская область	136,8	494	428,3	99,7
3	Забайкальский край	140,9	513	493,5	39,8
...
27	Архангельская область	298,1	846	615,1	66,0
28	Вологодская область	298,1	723	611,3	55,5

Определим количество групп и длину интервала. В соответствии с формулами Стерджеса, если число объектов находится в интервале 22-46 (в рассматриваемой нами совокупности число регионов равно 28), то их следует разбить на шесть групп. При этом длина интервала будет равна $i=(X_{\max} - X_{\min})/k=(298,1-127,0)/6=28,5$ млрд.руб.

Если длину интервала для каждой группы принять равной одной и той же величине, то разбиение 28 регионов на шесть групп примет вид, приведенный в таблице 2.

Таблица 2

Группировка 28 средних по величине ВРП регионов России
(признак группировки величина ВРП в млрд.руб.)

	Диапазон группового признака	Кол-во регионов
1 группа	127,0-155,5	9
2 группа	155,6-184,0	4
3 группа	184,1-212,5	2
4 группа	212,6-241,0	4
5 группа	241,1-269,5	3
6 группа	269,6 и более	6
1-6 групп	127,0-298,1	28

Тема 6. Алгоритмы расчетов и формирование документов при экономическом анализе методом статистических группировок

Обработка информации, необходимой для анализа методом группировок, следует начинать с определения суммарных и средних арифметических значений показателей для каждой группы регионов. Для этого в таблицу 1 после перечня регионов группы добавляются по две строки «сумма» и «среднее значение». В ячейки этих строк вводятся встроенные математические функции «сумм» и «срзнач» из MSExcel. Это равнозначно вводу формул:

$$1) \text{ сумм} = \sum P_{ij}, \quad 2) \text{ ср. знач} = \sum P_{ij} / \sum i,$$

где P_{ij} - величина j-го показателя i-го региона;

P_j - величина j-го показателя всей группы регионов.

В результате этих действий таблица 1 преобразуется в таблицу 3.

Таблица 3

Группировка 28-ми средних регионов России с величиной ВРП от 127,0 до 298,1 млрд.руб. по данным за 2009 г.

		ВРП, млрд.руб.	ОФ, млрд.руб.	Числ, тыс.чел.	Инвес, млрд.руб
1	Брянская область	127,0	327	608,2	27,240

2	Амурская область	136,8	494	428,3	99,700
3	Забайкальский край	140,9	513	493,5	39,794
4	Пензенская область	145,1	446	673,1	46,675
5	Астраханская область	147,1	466	463,0	63,091
6	Рязанская область	149,7	477	513,9	38,247
7	Кировская область	150,9	456	695,7	29,511
8	Ульяновская область	151,1	352	605,1	48,73
9	Калужская область	153,3	324	481,6	58,857
	Сумма	1301,9	3855,0	4962,4	451,8
	Ср.значение	144,7	428,3	551,4	50,2
10	Чувашская Республика	157,6	422	601,0	41,572
11	Курская область	168,0	361	591,9	48,931
12	Владимирская область	176,3	329	705,1	47,888
13	Калининград. область	181,7	304	475,8	53,568
	Сумма	683,6	1416,0	2373,8	192,0
	Ср.значение	170,9	354,0	593,5	48,0
14	Тверская область	197,0	590	612,0	67,514
15	Республика Дагестан	211,3	525	941,4	100,935
	Сумма	408,3	1115,0	1553,4	168,4
	Ср.значение	204,2	557,5	776,7	84,2
16	Мурманская область	215,9	624	442,9	41,312
17	Ярославская область	220,0	718	671,3	51,923
18	Тульская область	230,6	431	785,1	61,814
19	Удмуртская Респуб.	240,3	553	769,9	41,309
	Сумма	906,8	2326,0	2669,2	196,4
	Ср.значение	226,7	581,5	667,3	49,1
20	Томская область	251,7	546	496,4	77,131
21	Липецкая область	263,2	525	546,1	83,633
22	Алтайский край	268,8	615	1102,7	43,641
	Сумма	783,7	1686,0	2145,2	204,4
	Ср.значение	261,2	562,0	715,1	68,1
23	Хабаровский край	273,2	671	733,0	89,769
24	Ставропольский край	275,1	730	1218,8	78,507
25	Воронежская область	289,3	675	1064,7	85,651
26	Республика Коми	295,6	995	475,4	108,36
27	Архангельская обл.	298,1	846	615,1	66,002
28	Вологодская область	298,1	723	611,3	55,482
	Сумма	1729,4	4640,0	4718,3	483,8
	Ср.значение	288,2	773,3	786,4	80,6

На основе данных строк «Сумма» и «Ср.значение» формируются таблицы 4 и 5. Таблица 4 является исходной для последующего анализа, а таблица 5 – первой аналитической таблицей для визуальной оценки наличия или отсутствия связей или зависимостей. В частности, из этой таблицы видно, что с увеличением стоимости основных фондов ВРП растет для групп от второй до шестой. Зависимость ВРП от численности занятых в эконо-

мике и от объема инвестиций визуально трудно оценить. Для этого требуется проведение более детального анализа.

Таблица 4

Суммарные величины четырех основных экономических показателей 28-ми средних регионов России, сгруппированных по величине ВРП по данным за 2009 г.

Диапазон по групповому признаку, млрд.руб.	Кол-во регионов	ВРП, млрд.руб.	ОФ, млрд.руб.	Числ., тыс.чел.	Инвес., млрд.руб.
127,0-155,5	9	1301,9	3855,0	4962,4	451,8
155,6-184,0	4	683,6	1416,0	2373,8	192,0
184,1-212,5	2	408,3	1115,0	1553,4	168,4
212,6-241,0	4	906,8	2326,0	2669,2	196,4
241,1-269,5	3	783,7	1686,0	2145,2	204,4
269,6 и более	6	1729,4	4640,0	4718,3	483,8
Итого	28	5813,7	15038,0	18422,3	1696,8

Таблица 5

Основные экономические показатели 28-ми средних регионов России сгруппированных по величине ВРП по данным за 2009 г. в расчете на 1 регион

Диапазон по ВРП млрд.руб.	Кол-во регионов	ВРП, млрд.руб.	ОФ, млрд.руб.	Числ., тыс.чел.	Инвес., млрд.руб.
127,0-155,5	9	144,7	428,3	551,4	50,2
155,6-184,0	4	170,9	354,0	593,5	48,0
184,1-212,5	2	204,2	557,5	776,7	84,2
212,6-241,0	4	226,7	581,5	667,3	49,1
241,1-269,5	3	261,2	562,0	715,1	68,1
269,6 и более	6	288,2	773,3	786,4	80,6
Итого	28	207,6	537,1	657,9	60,6

Выявление связей, зависимостей методом статистических группировок требуют выполнения множества однотипных операций и расчетов с использованием моделей на прямые расчеты. В частности, принято выполнять следующие расчеты: а) удельных весов каждой группы объектов в каждом объемном показателе; в) показатели эффективности и технического уровня; г) величины показателей каждой группы к показателям для всей совокупности и др.

Удельные веса каждой группы регионов в каждом объемном показателе можно рассчитать по формулам:

$$3) U_{pj} = \frac{\Pi_{pj}}{\Pi_j}; \quad 3) U_{pj} = \frac{\Pi_{pj}}{\Pi_j} * 100 / \Pi_j,$$

где U_{pj} – удельный вес p -й группы регионов в j -м показателе;

Π_{pj} – величина j -го показателя для p -й группы регионов;

Π_j – суммарная величина j -го показателя.

Формула (3) предназначена для расчета удельных весов в долях единицы, а формула (4) – для расчета удельных весов в процентах.

Для расчета удельных весов групп регионов создается пустая таблица 6. В ячейки первой строки этой таблицы вводятся формула (3) или (4). Используя абсолютные ссылки и адресацию ячеек таблицы 4, формулы первой строки копируются в остальные ячейки таблицы 6.

Таблица 6

Удельные веса групп регионов в основных экономических показателях (для 28-ми средних регионов России сгруппированных по величине ВРП по данным за 2009 г.), в процентах к итогу

Диапазон по групповому признаку, млрд.руб.	Кол-во регионов	Кол-во регионов	ВРП	ОФ	Числ.	Инвес.
127,0-155,5	9	32,1	22,4	25,6	26,9	26,6
155,6-184,0	4	14,3	11,8	9,4	12,9	11,3
184,1-212,5	2	7,1	7,0	7,4	8,4	9,9
212,6-241,0	4	14,3	15,6	15,5	14,5	11,6
241,1-269,5	3	10,7	13,5	11,2	11,6	12,0
269,6 и более	6	21,4	29,7	30,9	25,6	28,5
Итого	28	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

На основании 4-х исходных показателей из таблицы 4 или таблицы 5 можно рассчитать следующие показатели эффективности и технического уровня:

а) эффективности производства

- фондоотдачу (*ФО*), руб.;

- производительность труда (*ПТ*), тыс.руб.;

- инвестиционноотдачу (*ИО*), руб.;

б) технического уровня

- фондовооруженность труда (*ФВ*), тыс.руб.;

- инвестиционновооруженность труда (*ИВ*), тыс.руб.;

- отношение инвестиций к ВРП или норма накопления (*НН*), %;

- потенциал обновления основных фондов или отношение инвестиций к стоимости основных фондов (*ИП*), %.

Перечисленные показатели рассчитываются по следующим формулам:

$$5) \text{ } \Phi O_i = \Pi_{i1} / \Pi_{i2}; \quad 6) \text{ } \Pi T_i = \Pi_{i1} / \Pi_{i3}; \quad 7) \text{ } \text{И} O_i = \Pi_{i1} / \Pi_{i4};$$

$$8) \text{ } \Phi B_i = \Pi_{i2} / \Pi_{i3}; \quad 9) \text{ } \text{И} B_i = \Pi_{i4} / \Pi_{i3}. \quad 10) \text{ } \text{Н} \text{Н} = \Pi_{i4} * 100 / \Pi_{i1};$$

$$11) \text{ } \text{И} \text{П} = \Pi_{i4} * 100 / \Pi_{i2}.$$

Для расчета показателей эффективности и технического уровня в разрезе групп регионов создается пустая таблица 7. В ячейки первой строки этой таблицы вводятся формулы (5-11), используя адресацию и данные таблицы 4 или 5. Эти формулы затем копируются в ячейки всех остальных строк.

Таблица 7

Показатели эффективности и технического уровня в разрезе групп регионов (для 28-ми средних регионов России сгруппированных по величине ВРП по данным за 2009 г.)

Диапазон по групповому признаку, млрд.руб.	Фо, руб.	Пт, тыс.руб.	Ио, руб.	Фв, тыс.руб.	Ив, тыс.руб.	Нн, %	Ип, %
127,0-155,5	0,338	262,4	2,88	776,8	91,1	34,7	11,7
155,6-184,0	0,483	288,0	3,56	596,5	80,9	28,1	13,6
184,1-212,5	0,366	262,8	2,42	717,8	108,4	41,3	15,1
212,6-241,0	0,390	339,7	4,62	871,4	73,6	21,7	8,4
241,1-269,5	0,465	365,3	3,83	785,9	95,3	26,1	12,1
269,6 и более	0,373	366,5	3,57	983,4	102,5	28,0	10,4
Итого	0,387	315,6	3,43	816,3	92,1	29,2	11,3

Данные таблицы 7 являются очень важными аналитическими данными для оценки эффективности использования каждого из ресурсов в отдельности. Однако по ним трудно судить об эффективности использования всех трех ресурсов и о виде зависимости ВРП от ресурсов, поскольку показатели эффективности различных групп регионов разнонаправлены. Это видно из таблицы 7. Аналогично обстоит дело и с показателями технического уровня.

5. Образовательные технологии

Использование персональных компьютеров при выполнении лабораторных работ и сдаче итогового экзамена. Чтение лекций с использованием компьютера и проектора, проведение лабораторных работ в компьютерном классе.

При реализации учебной дисциплины используются электронные практикумы, электронные учебники, презентации средства диагностики и контроля разработанные специалистами кафедры т.д.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 20% аудиторных занятий.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы магистра.

Самостоятельная работа магистров (СРС) включает контролируемую и внеаудиторную самостоятельную работу, направлена на повышение качества обучения, углубление и закрепление знаний магистра, развитие аналитических навыков по проблематике учебной дисциплины, активизацию учебно-познавательной деятельности магистров и снижение аудиторной нагрузки. Часть программного материала выносится для самостоятельного внеаудиторного изучения с последующим текущим или итоговым контролем знаний на занятиях или экзамене. Контроль СРС и оценка ее результатов организуется как самоконтроль (самооценка) магистра, а также как контроль и оценка со стороны преподавателя, например в ходе собеседования. Баллы, полученные по СРС магистром, обязательно учитываются при итоговой аттестации по курсу. Формы контроля СРС включают: тестирование; устную беседу по теме с преподавателем; выполнение индивидуального задания и др.

Роль магистра в СРС - самостоятельно организовывать свою учебную работу по предложенному преподавателем, методически обеспеченному плану. СРС по курсу учитывает индивидуальные особенности слушателей и включает не только задания, связанные с решением типовых задач, но также творческие задания, требующие самостоятельно «добывать» знания из разных областей, группировать и концентрировать их в контексте конкретной решаемой задачи. Технология обучения предусматривает выработку навыков презентации результатов выполненного индивидуального задания и создание условий для командной работы над комплексной темой с распределением функций и ответственности между членами коллектива. Оценка результатов выполнения индивидуального задания осуществляется по критериям, известным магистрам, отражающим наиболее значимые аспекты контроля за вы-

полнением этого вида работ.

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Виды и содержание самостоятельной работы
<p>Модели для оценки связей между парами экономических показателей</p>	<ul style="list-style-type: none"> -конспектирование первоисточников и другой учебной литературы; -проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях; -поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору; -работа с тестами и вопросами для самопроверки;
<p>Компьютерное моделирование многофакторных связей между социально-экономическими показателями</p>	<ul style="list-style-type: none"> -конспектирование первоисточников и другой учебной литературы; -проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях; -поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору; -работа с тестами и вопросами для самопроверки; -решение задач, упражнений; - решение домашних контрольных задач.
<p>Методику построения модели для закрытой и открытой задач транспортного типа</p>	<ul style="list-style-type: none"> -конспектирование первоисточников и другой учебной литературы; -проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях; -поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору; -работа с тестами и вопросами для самопроверки; - решение домашних контрольных задач.
<p>Методику построения двухэтапной модели для задачи</p>	<ul style="list-style-type: none"> -конспектирование первоисточников и другой учебной литературы; -проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях; -поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору; -работа с тестами и вопросами для самопроверки; - решение домашних контрольных задач.
<p>Постановка задачи и ее информационное обеспечение</p>	<ul style="list-style-type: none"> -конспектирование первоисточников и другой учебной литературы; -проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подго-

	<p>товка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях;</p> <p>-поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору;</p> <p>-работа с тестами и вопросами для самопроверки;</p> <p>- решение домашних контрольных задач.</p>
<p>Алгоритмы расчетов и формирование документов при экономическом анализе методом статистических группировок</p>	<p>-конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;</p> <p>-проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях;</p> <p>-поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору;</p> <p>-работа с тестами и вопросами для самопроверки;</p> <p>- решение домашних контрольных задач.</p>

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Компетенции	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
ОПК-3	<p>Знать: основные направления развития ИКТ</p> <p>Уметь: определять перспективные направления развития ИКТ</p> <p>Владеть: навыками коллективной работы, ведения дискуссии и обсуждения полученных результатов</p>	Устный опрос, контрольная работа, тестирование.
ОПК-5	<p>Знать: новые научные принципы и методы исследований.</p> <p>Уметь: применять новые научные принципы и методы исследований.</p> <p>Владеть: методами применения новых научных принципов и методов исследований.</p>	Устный опрос, контрольная работа, тестирование.
ПК-2	<p>Знать: - модели формализации задачи прикладной области;</p> <p>- условия применимости формальных моделей предметной области;</p> <p>Уметь: рассчитывать количественные и качественные оценки формальных моделей предметной области и инструментария в области проектирования и управления ИС в прикладных областях.</p> <p>Владеть: опытом расчета количественных и качественных оценок формальных моделей предметной области и инструментария в области проектирования и управления ИС в</p>	Устный опрос, контрольная работа, тестирование.

	прикладных областях.	
ПК-3	Знать: - методы решения прикладных задач прикладные задачи в условиях неопределенности; Уметь: - применять методы решения прикладных задач в условиях неопределенности; Владеть: - навыками применения методов решения прикладных задач прикладные задачи в условиях неопределенности;	Устный опрос, контрольная работа, тестирование.
ПК-4	Знать: - методы планирования и проведения научных экспериментов; - методы оценивания результатов экспериментов. Уметь: - применять методы планирования и проведения научных экспериментов; - применять методы оценивания результатов экспериментов. Владеть: - навыками применения методов планирования и проведения научных экспериментов; - опытом применения методов оценивания результатов экспериментов	Устный опрос, контрольная работа, тестирование.
ПК-5	Знать: - современные научные подходы к автоматизации информационных процессов и информатизации предприятий и организаций; Уметь: применять современные научные подходы к автоматизации информационных процессов и информатизации предприятий и организаций; Владеть: - навыками применения современных научных подходов к автоматизации информационных процессов и информатизации предприятий и организаций;	Устный опрос, контрольная работа, тестирование.
ПК-9	Знать: выбирать и применять различные нотации моделирования Уметь: проводить анализ предметной области, выявлять информационные потребности Владеть: инструментальными средствами обработки аналитической информации	Устный опрос, контрольная работа, тестирование.
ПК-11	Знать: методологию структурно- функционального анализа Уметь: выбирать методы моделирования систем Владеть: методами моделирования процессов и систем	Устный опрос, контрольная работа, тестирование.
ПК-16	Знать: технологии реинжиниринга прикладных и информационных процессов Уметь: выполнять композицию и декомпозицию технических систем средней сложности с выявлением основных функциональных связей Владеть: навыками работы с инструментальными средствами моделирования предметной области, прикладных и информационных процессов	Устный опрос, контрольная работа, тестирование.

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

ОПК-3 способностью исследовать современные проблемы и методы прикладной информатики и научно-технического развития ИКТ

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знать: основные направления развития ИКТ Уметь: определять перспективные направления развития ИКТ Владеть: навыками коллективной работы, ведения дискуссии и обсуждения полученных результатов	Ответ магистра правилен в основных моментах, нет иллюстрирующих примеров, нет собственного мнения, есть ошибки в деталях. Бальное выражение: от 51 до 65.	Ответ магистра правильный, но не полный. Не приведены иллюстрирующие примеры, обобщающее мнение магистра нечетко выражено. Бальное выражение: от 65 до 85.	Ответ магистра полный и правильный. Магистр способен обобщить материал, сделать собственные выводы, выразить свое мнение, привести примеры. Бальное выражение: от 86 до 100.

ОПК-5 способностью на практике применять новые научные принципы и методы исследований

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знать: новые научные принципы и методы исследований. Уметь: применять новые научные принципы и методы исследований. Владеть: методами применения новых научных принципов и методов исследований.	Ответ магистра правилен в основных моментах, нет иллюстрирующих примеров, нет собственного мнения, есть ошибки в деталях. Бальное выражение: от 51 до 65.	Ответ магистра правильный, но не полный. Не приведены иллюстрирующие примеры, обобщающее мнение магистра нечетко выражено. Бальное выражение: от 65 до 85.	Ответ магистра полный и правильный. Магистр способен обобщить материал, сделать собственные выводы, выразить свое мнение, привести примеры. Бальное выражение: от 86 до 100.

ПК-2 способностью формализовывать задачи прикладной области, при решении которых возникает необходимость использования количественных и качественных оценок

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знать: - модели формализации задачи прикладной области; - условия применимости формальных моделей предметной области; Уметь: рассчитывать количественные и качественные оценки формальных моделей предметной области и	Ответ магистра правилен в основных моментах, нет иллюстрирующих примеров, нет собственного мнения, есть ошибки в деталях. Бальное выражение: от 51 до 65.	Ответ магистра правильный, но не полный. Не приведены иллюстрирующие примеры, обобщающее мнение магистра нечетко выражено. Бальное выражение: от 65 до 85.	Ответ магистра полный и правильный. Магистр способен обобщить материал, сделать собственные выводы, выразить свое мнение, привести примеры. Бальное выражение: от 86 до 100.

	инструментария в области проектирования и управления ИС в прикладных областях. Владеть: опытом расчета количественных и качественных оценок формальных моделей предметной области и инструментария в области проектирования и управления ИС в прикладных областях.			
--	--	--	--	--

ПК-3 способностью ставить и решать прикладные задачи в условиях неопределенности и определять методы и средства их эффективного решения

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знать: - методы решения прикладных задач в условиях неопределенности; Уметь: - применять методы решения прикладных задач в условиях неопределенности; Владеть: - навыками применения методов решения прикладных задач в условиях неопределенности	Ответ магистра правилен в основных моментах, нет иллюстрирующих примеров, нет собственного мнения, есть ошибки в деталях. Бальное выражение: от 51 до 65.	Ответ магистра правильный, но не полный. Не приведены иллюстрирующие примеры, обобщающее мнение магистра нечетко выражено. Бальное выражение: от 65 до 85.	Ответ магистра полный и правильный. Магистр способен обобщить материал, сделать собственные выводы, выразить свое мнение, привести примеры. Бальное выражение: от 86 до 100.

ПК-4 способностью проводить научные эксперименты, оценивать результаты исследований

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знать: - методы планирования и проведения научных экспериментов; - методы оценивания результатов экспериментов. Уметь: - применять методы планирования и проведения научных экспериментов; - применять методы оценивания результатов экс-	Ответ магистра правилен в основных моментах, нет иллюстрирующих примеров, нет собственного мнения, есть ошибки в деталях. Бальное выражение: от 51 до 65.	Ответ магистра правильный, но не полный. Не приведены иллюстрирующие примеры, обобщающее мнение магистра нечетко выражено. Бальное выражение: от 65 до 85.	Ответ магистра полный и правильный. Магистр способен обобщить материал, сделать собственные выводы, выразить свое мнение, привести примеры. Бальное выражение: от 86 до 100.

	периментов. Владеть: - навыками применения методов планирования и проведения научных экспериментов; - опытом применения методов оценивания результатов экспериментов			
--	---	--	--	--

ПК-5 способностью исследовать применение различных научных подходов к автоматизации информационных процессов и информатизации предприятий и организаций

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знать: - современные научные подходы к автоматизации информационных процессов и информатизации предприятий и организаций; Уметь: применять современные научные подходы к автоматизации информационных процессов и информатизации предприятий и организаций; Владеть: - навыками применения современных научных подходов к автоматизации информационных процессов и информатизации предприятий и организаций;	Ответ магистра правилен в основных моментах, нет иллюстрирующих примеров, нет собственного мнения, есть ошибки в деталях. Бальное выражение: от 51 до 65.	Ответ магистра правильный, но не полный. Не приведены иллюстрирующие примеры, обобщающее мнение магистра нечетко выражено. Бальное выражение: от 65 до 85.	Ответ магистра полный и правильный. Магистр способен обобщить материал, сделать собственные выводы, выразить свое мнение, привести примеры. Бальное выражение: от 86 до 100.

ПК-9 способностью анализировать и оптимизировать прикладные и информационные процессы

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знать: выбирать и применять различные нотации моделирования Уметь: проводить анализ предметной области, выявлять информационные потребности Владеть: инструмен-	Ответ магистра правилен в основных моментах, нет иллюстрирующих примеров, нет собственного мнения, есть ошибки в деталях. Бальное выражение: от 51 до 65.	Ответ магистра правильный, но не полный. Не приведены иллюстрирующие примеры, обобщающее мнение магистра нечетко выражено. Бальное	Ответ магистра полный и правильный. Магистр способен обобщить материал, сделать собственные выводы, выразить свое мнение, привести примеры. Бальное выражение:

	тальными средствами обработки аналитической информации		выражение: от 65 до 85.	от 86 до 100.
--	--	--	-------------------------	---------------

ПК-11 способностью применять современные методы и инструментальные средства прикладной информатики для автоматизации и информатизации решения прикладных задач различных классов и создания ИС

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знать: методологию структурно-функционального анализа Уметь: выбирать методы моделирования систем Владеть: методами моделирования процессов и систем	Ответ магистра правилен в основных моментах, нет иллюстрирующих примеров, нет собственного мнения, есть ошибки в деталях. Бальное выражение: от 51 до 65.	Ответ магистра правильный, но не полный. Не приведены иллюстрирующие примеры, обобщающее мнение магистра нечетко выражено. Бальное выражение: от 65 до 85.	Ответ магистра полный и правильный. Магистр способен обобщить материал, сделать собственные выводы, выразить свое мнение, привести примеры. Бальное выражение: от 86 до 100.

ПК-16 способностью организовывать работы по моделированию прикладных ИС и реинжинирингу прикладных и информационных процессов предприятия и организации

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знать: технологии реинжиниринга прикладных и информационных процессов Уметь: выполнять композицию и декомпозицию технических систем средней сложности с выявлением основных функциональных связей Владеть: навыками работы с инструментальными средствами моделирования предметной области, прикладных и информационных процессов	Ответ магистра правилен в основных моментах, нет иллюстрирующих примеров, нет собственного мнения, есть ошибки в деталях. Бальное выражение: от 51 до 65.	Ответ магистра правильный, но не полный. Не приведены иллюстрирующие примеры, обобщающее мнение магистра нечетко выражено. Бальное выражение: от 65 до 85.	Ответ магистра полный и правильный. Магистр способен обобщить материал, сделать собственные выводы, выразить свое мнение, привести примеры. Бальное выражение: от 86 до 100.

Если хотя бы одна из компетенций не сформирована, то положительная оценки по дисциплине быть не может.

7.3. Типовые контрольные задания

Примерный перечень вопросов к промежуточному контролю или экзамену по всему изучаемому курсу:

Вопросы для контроля

1. Основные особенности экономики как объекта моделирования
2. Сформулируйте задачу о смесях и назовите сферу их применения
3. Сформулируйте теорему об оптимальном решении
4. Сущность метода Гомори и его применение
5. Сформулировать принцип оптимальности Р.Беллмана и записать уравнения управляющего воздействия многошаговой оптимизации
6. Основные свойства двойственной задачи линейного программирования
7. Основная теорема двойственности и её экономический смысл
8. Сущность понятий точная нижняя и верхняя границы функционала в теории оптимального управления
9. Проиллюстрировать схематически сущность динамического программирования

Тесты для контроля

1. Условия ограничения задачи оптимизации ассортимента продукции имеет вид
 - а) $\sum a_{ij} \cdot x_j \leq B_i$
 - б) $\sum x_{ij} \leq B_i$
 - в) $\sum a_{ij} \cdot x_j \geq B_i$
 - г) $\sum a_{ij} \cdot x_{ij} \leq B_i$
2. Математический инструментарий решения экономических задач оптимизационного типа называется
 - а) методом наименьших квадратов
 - б) теорией затраты-выпуск
 - в) линейным программированием
 - г) методом экстраполяции
3. Критерий оптимальности математически записывается в виде
 - а) $a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_n x_n \rightarrow \max (\min)$
 - б) $\sum a_{ij} \cdot x_j \rightarrow \max (\min)$
 - в) $\sum c_{ij} \cdot x_i \rightarrow \max (\min)$
 - г) $\sum c_j \cdot x_j \rightarrow \max (\min)$
4. Критерий оптимальности в задаче загрузки оборудования имеет вид
 - а) $\sum c_j x_j \rightarrow \max (\min)$
 - б) $\sum \sum c_{ij} \cdot a_{ij} \cdot x_{ij} \rightarrow \max (\min)$
 - в) $\sum \sum a_{ij} \cdot x_{ij} \rightarrow \max (\min)$
 - г) $\sum \sum c_{ij} \cdot x_j \rightarrow \max (\min)$
5. Модель по оптимизации рецептуры сырья (задача о смесях) имеет вид
 - а) $F = \sum \sum c_{ij} \cdot a_{ij} \cdot x_{ij} \rightarrow \max (\min)$ при условиях $\sum a_{ij} \cdot x_{ij} = b_i$
 - б) $F = \sum c_j \cdot x_j \rightarrow \max (\min)$ при условиях $\sum a_{ij} \cdot x_j = b_i$
 - в) $F = \sum c_j \cdot x_j \rightarrow \max (\min)$ при условиях $\sum \sum a_{ij} \cdot x_j = b_i$
 - г) $F = \sum \sum c_{ij} \cdot x_{ij} \rightarrow \max (\min)$ при условиях $\sum a_{ij} \cdot x_j = b_i$
6. Какое из следующих предложений относится к формулировке задачи об оптимизации ассортимента продукции
 - а) на предприятии имеются различные виды машин, на которых вырабатываются различные виды продукции
 - б) на предприятии имеются различные виды сырья, из которых вырабатывается различные виды готовой продукции;
 - в) на предприятии имеются различные виды сырья из которых вырабатываются определенный объем одного вида готовой продукции
 - г) на предприятии имеются различные виды заготовок получаемые различными способами
7. Уравнение состояния системы в моделях динамического программирования имеет вид
 - а) $Z_k = F(S_0, X_k)$
 - б) $S_k = \varphi_k(S_{k-1}, X_k), k = 1, 2, \dots, n$
 - в) $X = f(t, x, n)$
 - г) $Z_k = \sum f_i(S_{k-1}, X_k)$

8. Условный оптимум целевой функции на n -м шаге описывается равенством

$$\text{а) } Z_n^*(S_{n-1}) = \max_{\{X_n\}} f_n(S_{n-1}, X_n)$$

$$\text{б) } Z_n^*(S_n) = \max_{\{X_n\}} f_n(S_n, X_n)$$

$$\text{в) } Z_n^*(S_n) = \max_{\{X_1, X_2, \dots, X_n\}} f_{n-1}(S_{n-1}, X_n)$$

$$\text{г) } Z_n^*(S_{n-1}) = \max_{\{X_1, X_2, \dots, X_n\}} f_n(S_{n-1}, X_n)$$

9. Количество коэффициентов a_{ij} системы неравенств в модели общей задачи линейного

программирования равно

$$\text{а) } m \cdot n \quad \text{б) } m+n \quad \text{в) } m \quad \text{г) } n$$

10. Если $F(V) \leq n$ для любого $V \in M$, то

а) n называют точной верхней границей функционала

б) n называют точной нижней границей функционала

в) V называют точной нижней границей функционала

г) V называют точной верхней границей функционала

11. Функционал задач оптимального управления для непрерывных систем имеет вид

$$\text{а) } F(\bar{V}) = \sum_{t=0}^{T-1} f^0(t, x, u) + F(x(T)) \quad \text{б) } F(\bar{V}) = \sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^N a_t c_{tj} a_{tj} x_{tj}$$

$$\text{в) } F(\bar{V}) = \int_0^T I(t) + \beta k(t)$$

$$\text{г) } F(\bar{V}) = \int_0^T f^0(t, x, u) dt + F(x(T))$$

12. Модель дискретной управляемой системы записывается в виде

$$\text{а) } x^i(t+1) = f^i(t, x(t), u(t)), i = \overline{1, n} \quad \text{б) } = \int_0^T f^0(t, x, u) dt + F(x(T))$$

$$\text{в) } F(V)^0 = \min f(v)$$

$$\text{г) } x^i(t+1) = f^i(t, x(t+1), u(t+1)), i = \overline{1, n}$$

13. Если каждому элементу $V \in M$ ставится в соответствие определенное действительное число $F(V)$, то F называют

а) функционалом

б) проекцией множества M

в) сечением множества

г) ограничивающим условием

14. Свойство экономики, в соответствии с которым законы, закономерности, тенденции и зависимости, имеющие место в прошлом, продолжают действовать некоторое время в будущем, называют

а) неопределенностью

б) эмерджентностью

в) инерцией

г) экстраполяцией

15. Теорема «если линейная функция принимает \max (\min) значение более чем в одной угловой точке, то она принимает его в любой точке, являющейся выпуклой линейной комбинацией этих точек» называется теоремой

а) о допустимых базисных решениях

в) об оптимальном решении

б) о допустимых решениях

г) о достаточном признаке оптимальности

16. Экстраполяция в экономике позволяет

а) выявлять связи и зависимости с помощью методов математического моделирования

б) выявлять наиболее важные свойства экономических объектов, процессов и явлений

в) переносить на будущее сложившиеся в прошлом, закономерности,

тенденции, связи и зависимости

г) по состоянию экономики в прошлом прогнозировать ее развитие в будущем

17. Критерий оптимальности в задаче ассортимента продукции имеет вид

а) $\sum \sum a_{ij} * x_{ij} \rightarrow \max (\min)$ б) $\sum \sum c_{ij} * x_{ij} \rightarrow \max (\min)$

в) $\sum \sum c_{ij} * a_{ij} * x_{ij} \rightarrow \max (\min)$ г) $\sum c_j * x_j \rightarrow \max (\min)$

18. В условиях-ограничениях модели по оптимизации загрузки оборудования

$$\sum a_{ij} * x_{ij} = A_j; \quad x_{ij} \text{ и } A_j \text{ означают соответственно:}$$

а) содержание полезных компонентов в единице каждого вида сырья и единице готовой продукции

б) производительность каждого вида машин и фонд времени их работы

в) время работы машины по производству продукции и потребность в продукции

г) нормы расхода сырья и объем сырья

19. К экономическим задачам оптимизационного типа относятся задачи, в которых, требуется:

а) найти наилучшее решение при заданных условиях

б) найти совокупность решений, удовлетворяющая заданным условиям производства

в) выразить связи и зависимости системами уравнений

г) найти наилучшее решение при минимальных затратах ресурсов

20. Какое из следующих предложений относится к формулировке задачи о рецептуре сырья

а) на предприятии имеются различные виды машин, на которых вырабатываются различные виды продукции

б) на предприятии имеются различные виды сырья, из которых вырабатывается различные виды готовой продукции;

в) на предприятии имеются различные виды сырья, из которых вырабатываются определенный объем одного вида готовой продукции

г) на предприятии имеются различные виды заготовок, получаемые различными способами

21. Показатель эффективности управления в моделях динамического программирования записывается в виде

а) $Z = \sum_{n=1}^N (S_{n-1}, X_n)$ б) $Z = F(S_0, X)$ в) $Z = \sum_{t=1}^{T-1} (I(t) + K(t))$ г) $Z = F(t, x, u)$

22. Уравнение условного оптимального управления имеет вид

а) $Z_k = F(S_0, X_k)$ б) $Z_k = \sum f_i (S_{t-1}, X_k)$

в) $Z_k^* = \max \{ t_k(S_{k-1}, X_k) + Z_{k-1}^*(S_k) \}$ б) $S_k = \varphi_k(S_{k-1}, X_k)$
 $\{ X_k \}$

23. Если $F(V) \geq m$ для любого $V \in M$, то

а) m называют точной верхней границей функционала

б) m называют точной нижней границей функционала

в) V называют точной нижней границей функционала

г) V называют точной верхней границей функционала

24. Пространство состояния системы в модели оптимального управления имеет вид

а) $u = (u^1, u^2, \dots, u^r)$ б) $X(t) = (x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t))$

в) $X = (x^1, x^2, \dots, x^n)$ г) $V = (t, x, u)$

25. Модель дискретной управляемой системы имеет вид

а) $x^i(t+1) = f^i(t, x^1(t), x^2(t), \dots, x^n(t), u^1(t), \dots, u^r(t))$

$$\text{б) } \int_0^T f^0(t, x, u) dt + F(x(T))$$

$$\text{в) } \sum_{t=0}^{T-1} f^0(t, x, u) + F(x(T))$$

$$\text{г) } x^i(t+1) = f^i(t, x^1(t), \dots, x^n(t), u^1(t), \dots, u^r(t))$$

26. Уравнение Беллмана записывается следующим образом

$$\text{а) } Z_k^*(S_{k-1}) = \max\{f_k(S_{k-1}, X_k) + Z_{k+1}^*(S_k)\} \quad \text{б) } Z^* = \sum Z_k^*$$

$$\text{в) } S_k = \varphi_k(S_{k-1}, X_k) \quad \text{г) } X^* = (X_1^*), (X_2^*), \dots, (X_n^*)$$

27. В уравнении динамического программирования $Z = F(S_0, X)$ S_0 и X называются

а) состоянием системы и управлением

б) состоянием системы и показателем эффективности

в) управленческим решением и показателем эффективности

г) начальным состоянием системы и управленческим решением

28. Моделирование в экономике представляет собой процесс

а) многошаговый б) циклический в) динамический г) непрерывный

29. Количество переменных модели общей задачи линейного программирования с коэффициентами системы неравенств a_{ij} равно

а) m б) n в) $m+n$ г) $m \cdot n$

30. Особенность экономических объектов, означающих, что эти объекты обладают свойствами, которыми не обладает ни один из элементов, называют

а) экстраполяцией б) неопределенностью

в) эмерджентностью г) инерцией

31. Теорема «если линейная функция принимает \max (\min) значение более чем в одной угловой точке, то она принимает его в любой точке, являющейся выпуклой линейной комбинацией этих точек» называется теоремой

а) об оптимальном решении в) о допустимых базисных решениях

б) о допустимых решениях г) о достаточном признаке оптимальности

32. Вероятностный характер протекания экономических явлений и процессов означает, что

а) они обладают инерцией и их свойства можно экстраполировать

б) их невозможно изучить без применения методов моделирования

в) на них оказывают влияние случайные факторы, учесть которых в ходе принятия управленческих решений невозможно

г) на них оказывают влияние случайные факторы, которые должны быть учтены при принятии управленческих решений

33. Инерция в экономике позволяет

а) выявлять сложившиеся экономические закономерности, тенденции, связи и зависимости

б) экстраполировать сложившиеся экономические закономерности, тенденции, связи и зависимости

в) изучать экономические законы и закономерности с применением методов математического моделирования

г) изучать связи и зависимости в экономике с помощью методов экономико-математического моделирования и выявлять свойства экономических объектов, процессов и явлений

34. Условия-ограничения задачи оптимизации рецептуры сырья имеет вид

$$\text{а) } \sum a_{ij} \cdot x_{ij} \leq B_i \quad \text{б) } \sum x_{ij} \leq B_i \quad \text{в) } \sum a_{ij} \cdot x_j = B_i \quad \text{г) } \sum a_{ij} \cdot x_j \leq B_i$$

35. Математический инструментальный решения экономических

задач оптимизационного типа называется

- а) линейным программированием б) методом экстраполяции
г) методом наименьших квадратов в) теорией затрат-выпуск

36. Критерий оптимальности общей задачи линейного программирования имеет вид

- а) $\sum c_{ij} * x_j \rightarrow \max (\min)$ б) $c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n \rightarrow \max (\min)$
в) $\sum a_{ij} * x_j \rightarrow \max (\min)$ г) $\sum c_{ij} * x_i \rightarrow \max (\min)$

37 Критерий оптимальности в задаче о перевозках (транспортная задача) имеет вид

- а) $\sum c_j * x_j \rightarrow \max (\min)$ б) $\sum \sum c_{ij} * a_{ij} * x_j \rightarrow \max (\min)$
в) $\sum \sum a_{ij} * x_{ij} \rightarrow \max (\min)$ г) $\sum \sum c_{ij} * x_j \rightarrow \max (\min)$

38. Модель по оптимизации рецептуры сырья (задача о смесях) имеет вид

- а) $F = \sum c_j * x_j \rightarrow \max (\min)$ при условиях $\sum a_{ij} * x_j = b_i$
б) $F = \sum \sum c_{ij} * a_{ij} * x_{ij} \rightarrow \max (\min)$ при условиях $\sum a_{ij} * x_{ij} = B_i$
в) $F = \sum \sum c_{ij} * x_{ij} \rightarrow \max (\min)$ при условиях $\sum a_{ij} * x_j \leq b_i$
г) $F = \sum c_j * x_j \rightarrow \max (\min)$ при условиях $\sum \sum a_{ij} * x_j \leq b_i$

39. В условиях-ограничениях модели по оптимизации загрузки

оборудования $\sum a_{ij} * x_{ij} = A_j$; x_{ij} и A_j означают соответственно:

- а) время работы каждого вида машин по производству каждой продукции и спрос на продукцию
б) производительность каждого вида машин и фонд времени их работы
в) содержание полезных компонентов в единице каждого вида сырья и единице готовой продукции
г) нормы расхода сырья и объём сырья

40. Какое из следующих предложений относится к формулировке задачи раскроя материалов

- а) на предприятии имеются различные виды сырья из которых вырабатываются определенный объем одного вида готовой продукции
б) на предприятии имеются различные виды машин, на которых вырабатываются различные виды продукции
в) на предприятии имеются различные виды заготовок, получаемые различными способами
г) на предприятии имеются различные виды сырья, из которых вырабатывается различные виды готовой продукции

41. Уравнение состояния системы в моделях динамич-го программирования имеет вид

- а) $S_k = \varphi_k(S_{k-1}, X_k), k=1, 2, \dots, n$ б) $Z_k = \sum f_i(S_{k-1}, X_k)$
в) $Z_k = F(S_o, X_k)$ г) $X = f(t, x, n)$

42. Условный оптимум целевой функции на n-м шаге описывается равенством

- а) $Z_n^*(S_n) = \max_{\{X_n\}} f_n(S_n, X_n)$ б) $Z_n^*(S_{n-1}) = \max_{\{X_n\}} f_n(S_{n-1}, X_n)$
в) $Z_n^*(S_{n-1}) = \max_{\{X_1, X_2, \dots, X_n\}} f_n(S_{n-1}, X_n)$ г) $Z_n^*(S_n) = \max_{\{X_1, X_2, \dots, X_n\}} f_{n-1}(S_{n-1}, X_n)$

43. Функционал задач оптимального управления для непрерывных систем имеет вид

- а) $F(\bar{V}) = \sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^N a_t c_{tj} a_{tj} x_{tj}$ вб) $F(\bar{V}) = \sum_{t=0}^{T-1} f^0(t, x, u) + F(x(T))$
в) $F(\bar{V}) = \int_0^T f^0(t, x, u) dt + F(x(T))$ г) $F(\bar{V}) = 2 \sum_{t=0}^{T-1} I(t) + \beta k(t)$

44. Если $F(V) \leq n$ для любого $V \in M$, то

- а) V называют точной верхней границей функционала
 б) n называют точной верхней границей функционала
 в) V называют точной нижней границей функционала
 г) n называют точной нижней границей функционала

45. Целевая функция в моделях многошаговой оптимизации записывается в виде

$$\begin{array}{ll} \text{а) } Z = \sum f_k(S_{k-1}, X_k) & \text{в) } f_k(S_{k-1}, X_k) + Z_{k+1}(S_k) \\ \text{б) } S_k = \varphi_k(S_{k-1}, X_k) & \text{г) } F(\bar{V}) = \int_0^T f^0(t, x, u) dt + F(x(T)) \end{array}$$

46. Целью моделирования в экономике является

- а) упрощение сложных экономических процессов и их математическая запись
 б) количественное выражение экономических законов, закономерностей и тенденций
 в) изучение экономических процессов с помощью математических моделей
 г) получение информации, необходимой для принятия управленческих решений

47. Количество ограничений в модели общей задачи линейного программирования с коэффициентами системы неравенств a_{ij} равно

- а) $m + n$ б) n в) m г) $m * n$

7.4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля – 60 % и промежуточного контроля - 40%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 20 баллов,
- участие на практических занятиях - 40 баллов,
- выполнение лабораторных заданий – 40 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - ____ баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - 20 баллов,
- письменная контрольная работа - 40 баллов,
- тестирование - 40 баллов.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

Основная литература

1. Адамадиев К.Р., Адамадиева А.К. Компьютерное моделирование в экономике: учебное пособие. – Махачкала: Издательско-полиграфический центр ДГУ, 2014. – 211с.
2. Адамадиев К.Р., Магомедгаджиев Ш.М. Математическая экономика: Учебное пособие.- Махачкала: Издательско-полиграфический центр ДГУ, 2009.-117с. ISBN 5-7788-0423-7
3. Колемаев В.А. Математическая экономика: Учебник для вузов. – 3-е стереотип. изд. –М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. -399с. ISBN 5-238-00794-9

4. Красс М.С., Чупрынов Б.П. Математические методы и модели для магистров экономики. Учебное пособие. –СПб.: Питер, 2006. -496 с.
5. Экономико-математическое моделирование: Учебник для студентов вузов / Под общ. ред. И.Н. Дрогобыцкого. –М.: Издательство «Экзамен», 2004. -800 с. ISBN 5-94692-165-7
6. Эконометрика: Учебник / И.И. Елисеева, С.В. Курьшева, Т.В. Костеева и др. Под ред. И.И. Елисеевой, 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2005. – 576 с.

Дополнительная литература

7. Адамадзиев К.Р., Адамадзиева А.К. Компьютерное моделирование в экономике: учебное пособие. -Махачкала: Издательско-полиграфический центр ДГУ, 2014.-211с.
8. Адамадзиев К.Р., Джаватов Д.К. Эконометрика крат.курс. уч. пособие. - Махачкала, изд. дом «Народы Дагестана», 2003 г. – 83 с.
- 9.Адамадзиев К.Р. Джаватов Д.К., Абдуллаев Г.Ш Экономико - математические методы и модели. Учебное пособие. – Махачкала: Изд. полиграф. центр ДГУ, 2003. – 106с.
10. Адамадзиев К.Р., Адамадзиева А.К. Экономико-математические методы и модели: учебно-методическое пособие для практических и лабораторных занятий. – Махачкала: Изд. ДГУ, 2003. – 45 с.
11. Емельянов А.А. и др. Имитационное моделирование экономических процессов: Учебное пособие. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 368 с.
12. Кобелев Н.Б. Основы имитационного моделирования сложных экономических систем: Учебное пособие. – М.: Дело, 2003. – 336 с.
- 13.Леонтьев В.Межотраслевая экономика. Пер. с англ. – М.: ОАО «Изд-во Экономика». 1997. – 495 с.
- 14.Фомин Г.П. Системы и модели массового обслуживания в коммерческой деятельности: Уч. пособие. - М.: Финансы и статистика, 2000. – 144 с.
15. Эконометрика: учеб./ под. ред. И.И. Елисеевой. – М.: Проспект, 2009. – 288 с.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

16. Алексеев А.Н.. Исследование систем управления. http://www.e-college.ru/xbooks/xbook192/book/index/index.html?go=part-005*page.htm
17. Антипов Е. А., Покрышевская Е. Б. Компьютерное моделирование в экономике и менеджменте.www.hse.ru/data/2011/05/18/12116598...

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Для изучения теоретического курса магистрам необходимо использовать лекционный материал, учебники и учебные пособия из списка основной и дополнительной литературы, интернет источники.

По дисциплине «Математическое моделирование» в конце каждого модуля проводится контрольная работа.

В контрольную работу включаются теоретические вопросы и задачи тех типов, которые были разобраны на предшествующих практических занятиях.

Рабочей программой дисциплины «Информационное общество и проблемы прикладной информатики» предусмотрена самостоятельная работа магистров в объеме 107 часа. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- чтение магистрами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- подготовку к практическим занятиям;

- выполнение индивидуальных заданий;
- подготовку к контрольным работам, зачету и экзаменам.

С самого начала изучения дисциплины магистр должен четко уяснить, что без систематической самостоятельной работы успех невозможен. Эта работа должна регулярно начинаться сразу после лекционных и практических занятий, для закрепления только что пройденного материала.

После усвоения теоретического материала можно приступить к самостоятельному решению задач из учебников и пособий, входящих в список основной литературы.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

Интернет-ресурсы, мульти-медиа, электронная почта для коммуникации с магистрами, Excel Microsoft, Power Point.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Компьютерный класс, оборудованный для проведения лекционных и практических занятий средствами оргтехники, персональными компьютерами, объединенными в сеть с выходом в Интернет; установленное лицензионное и свободное программное обеспечение.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ (примеры)

Задача 1. По социально-экономическим показателям регионов России, приведенным в статистических сборниках Росстата за годы [Россия в цифрах.: Крат. стат. сб./ Росстат – М., 2006 - 2015] требуется **построить различные виды однофакторных эконометрических моделей.**

В качестве исходных данных приняты два показателя регионов: валовой региональный продукт (ВРП, млрд. руб.) и стоимость основных фондов (ОФ, млрд. руб.). Валовой региональный продукт принимаем за результативный показатель (Y), а стоимость основных фондов за показатель-фактор (X). В качестве выборочной совокупности принимаются группы регионов по различным признакам (например, по федеральным округам, по величине ВРП, по численности занятых в экономике, объему промышленной продукции, по объему сельхоз продукции, величине заработной платы и другим из социально-экономических показателей).

Исходные данные приведены в таблице 1.

Требуется: а) выявить наличие зависимости валового регионального продукта от показателя-фактора и степень тесноты этой зависимости; б) рассчитать параметры и статистические характеристики и дать их экономическую интерпретацию; в) сформировать аналитические таблицы, графики, схемы, диаграммы и др.; г) вывести исходные, промежуточные и аналитические таблицы (графики, схемы, диаграммы и др.) на печать. Все расчеты выполняются в MSExcel.

Требуется построить пять видов уравнений парной регрессии: линейный

($y = b + mx$), степенной ($y = bx^m$), показательный ($y = b \cdot m^x$), гиперболический

($y = b + m \frac{1}{x}$), параболический ($y = b + m_1x + m_2x^2$).

Таблица 1

Исходные данные (ранжированный ряд по стоимости основных фондов)

			врп	ОФ
	наимен-е регионов	фед. округа	y	x
1	Калининград. область	сзфо	181,7	304
2	Калужская область	цфо	153,3	324
...
26	Архангельская область	сзфо	298,1	846
27	Республика Коми	сзфо	295,6	995

В ходе решения в MSExcel создается таблица 2, на основе которой можно рассчитать параметры и статистические характеристики пяти известных видов уравнений парной регрессии: линейного, степенного, гиперболического, показательного и параболического.

В таблице 2 приведены исходные показатели и рассчитываемые на их основе промежуточные показатели, необходимые для определения параметров и статистических характеристик уравнения регрессии линейного вида.

Исходными показателями являются величины валового регионального продукта (y) и стоимость основных фондов (x): y является результативным показателем, x – показателем-фактором.

Таблица 2

№ n/n	Наим-е объектов стат. совокуп.	y	x	x ²	xy	Y ²	y _x =f(x)
1	2	3	4	5	6	7	8
1	+	+	+	?	?	?	?
2	+	+	+	?	?	?	?
...	?
n	+	+	+	?	?	?	?
	Суммая	?	?	?	?	?	?
	Сред. арифметич.	?	?	?	?	?	?

$(y - \bar{y})^2$	$(y - y_x)^2$	$(y_x - \bar{y})^2$
9	10	11
?	?	?
?	?	?
...
?	?	?
?	?	?
?	?	?

Примечание: Плюсы в таблице означают заданные исходные показатели, а вопросительные знаки – расчетные величины промежуточных показателей

Задача 2. Построить три двухфакторных уравнения $y = f(x_1, x_2)$; $y = f(x_1, x_3)$; $y = f(x_2, x_3)$ и однотохфакторное уравнение множественной регрессии $y = f(x_1, x_2, x_3)$, выражающих зависимость ВРП (y) от ресурсов численности работников (x_1), стоимости основных фондов (x_2) и объема инвестиций (x_3) по исходным данным, приведенным в таблице 3.

Таблица 3

Таблица с исходными данными

		ВРП, млрд.руб.	числ, тыс.чел.	ОФ, млрд.руб.	Инв, млрд.руб.
		y	x ₁	x ₂	x ₃
1	Республика Ингушетия	18,7	65,5	41	6,4
2	Республика Алтай	19,9	94,9	45	9,5
3	Республика Калмыкия	23,9	114,2	114	7,3
...
27	Астраханская область	132,2	446,3	530	57,0
	Сумма	1994,9	7399,7	5987	601,7
	Ср.знач	73,9	274,1	222	22,3

В таблице 4 приведен вид таблицы, по данным которой можно построить двух факторные уравнения линейного (а) и степенного (б) видов.

Таблица 4

Таблица исходных и промежуточных данных, необходимых для расчета параметров и статистических характеристик двух факторных уравнений регрессии линейного (а) и степенного (б) видов
а) для линейного вида

	y	x ₁	x ₂	x ₁ ²	x ₁ x ₂	x ₁ y	x ₂ ²	yx ₂
1	18,7	65,5	41	4290	2686	1225	1681	767
2	19,9	94,9	45	9006	4271	1889	2025	896
3	23,9	114,2	114	13042	13019	2729	12996	2725
...
27	132,2	446,3	530	199184	236539	59001	280900	70066
Сумма	1994,9	7399,7	5987	2607601	2094928	668240	1794703	558375

Ср.знач.	73,9	274,1	221,7	96578	77590	24750	66470	20681
----------	-------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

б) для степенного вида

	y	x_1	x_2	lgy	lgx_1	lgx_2	$(lgx_1)^2$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	18,7	65,5	41	1,2718	1,8162	1,6128	3,2987
2	19,9	94,9	45	1,2989	1,9773	1,6532	3,9096
3	23,9	114,2	114	1,3784	2,0577	2,0569	4,2340
...
27	132,2	446,3	530	2,1212	2,6496	2,7243	7,0205
Сумма	1994,9	7399,7	5987	48,6827	63,4696	60,7000	151,7231
Ср.знач.	73,9	274,1	222	1,8031	2,3507	2,2481	5,6194

	lgx_1lgx_2	$lgylgx_1$	$(lgx_2)^2$	$lgylgx_2$
	9	10	11	12
1	2,9292	2,3100	2,6011	2,0512
2	3,2688	2,5682	2,7331	2,1473
3	4,2324	2,8363	4,2309	2,8352
...
27	7,2183	5,6205	7,4217	5,7788
Сумма	144,9869	116,2272	139,2041	111,4896
Ср.знач.	5,3699	4,3047	5,1557	4,1292