Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра математических методов и моделей в экономике

О.И. Бантикова, О.И. Стебунова, О.С. Чудинова

ПОСТРОЕНИЕ ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ В ПАКЕТАХ STATISTICA, EVIEWS, GRETL И С ПОМОЩЬЮ СОБСТВЕННОГО ПО

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет»
в качестве методических указаний для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлениям подготовки 01.03.04 Прикладная математика, 38.03.05 Бизнес-информатика, 38.03.01 Экономика

Оренбург
2015

УДК 519.237:004.42(076.5)
ББК 22.172я7+32.973-018.2я7
Б 23

Рецензент – кандидат экономических наук, доцент Т.В. Леушина

Бантикова, О.И.

Б – 23 Построение интегрального показателя в пакетах Statistica, Eviews, Gretl и с помощью собственного ПО: методические указания / О.И. Бантикова, О.И. Стебунова, О.С. Чудинова; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2015. – 59 с.

Методические указания к семинарским занятиям, лабораторному практикуму и самостоятельной работе студентов по дисциплине «Моделирование социальных процессов», «Эконометрическое моделирование социально-экономических процессов», а также для выполнения индивидуальных заданий, курсовых и дипломных работ, предполагающих построение сводного (интегрального) показателя.

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлениям подготовки 01.03.04 Прикладная математика, 38.03.05 Бизнес-информатика, 38.03.01 Экономика

УДК 519.237:004.42(076.5)
ББК 22.172я7+32.973-018.2я7

Содержание

Введение

Методические указания посвящены методам построения интегрального показателя, характеризующего эффективность функционирования любой системы, в частности экономической. Необходимость решения такой задачи продиктована сложным, многоуровневым характером, латентностью ряда социально-экономических явлений и процессов, представляющих собой синтетические категории, сущность которых не может быть отражена посредством отдельно взятого показателя. Агрегирование отдельных (статистически регистрируемых) показателей в сводный (интегральный) показатель, характеризующий эффективность функционирования той или иной системы, позволит проводить сравнительный анализ объектов изучения по рассматриваемой категории.

В теоретической части предлагаемых методических указаний изложены постановка и алгоритм решения задачи построения сводного (интегрального) показателя методом главных компонент, экспертно-статистическим методом, а также на основе модели множественного упорядоченного выбора. Приведен широкий перечень теоретических вопросов по теме «Методы построения сводного (интегрального) показателя», позволяющий студенту систематизировать свои знания и облегчить подготовку к практическим занятиям. Часть вопросов в достаточном объеме освещены в методических указаниях, для ответа на остальные вопросы необходимо обратиться к литературным источникам. В практической части методических указаний на конкретном примере описывается алгоритм построения сводного (интегрального) показателя методом главных компонент, экспертно-статистическим методом, а также на основе моделей множественного выбора в статистических пакетах Statistica, Gretl, EViews и с помощью собственного разработанного ПО «Построение интегрального показателя экспертно-статистическим методом», приводится интерпретация и сравнительный анализ полученных результатов. В методических указаниях сформулирована постановка задачи, предложена информационная база, приведены требования к оформлению отчета и вопросы к защите лабораторной работы.

Использование предлагаемых методических указаний в учебном процессе позволит студенту в достаточной степени овладеть компетенциями, связанными с готовностью применять математический аппарат для решения поставленных задач, способностью применить соответствующую процессу математическую модель и проверить ее адекватность, провести анализ результатов моделирования, принять решения на основе полученных результатов (ПК -10) по направлению подготовки 01.03.04 Прикладная математика; способностью использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования (ПК-18) по направлению подготовки 38.03.05 Бизнес-информатика, способностью на основе описания экономических процессов и явлений строить стандартные и эконометрические модели, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты (ПК-4) по направлению подготовки 38.03.01 Экономика.

1 Описание лабораторной работы «Методы построения сводного (интегрального) показателя»

Цель работы заключается в выработке навыков построения интегрального показателя, характеризующего эффективность функционирования той или иной социально-экономической системы.

Лабораторная работа включает в себя следующие этапы:

- постановку задачи;
- ознакомление с порядком выполнения работы;
- выполнение расчетов индивидуальных задач на компьютере и анализ результатов;
- подготовку письменного отчета с выводами по работе;
- защиту лабораторной работы.

2 Постановка задачи лабораторной работы

1) Выбрать предмет исследования, а также набор показателей, характеризующих явление или процесс[1].

2) По сформированным выборочным данным (приложение А, таблица А.2) осуществить построение интегрального показателя, характеризующего выбранное явление или процесс:

- методом главных компонент (в случае работоспособности первой главной компоненты);
- экспертно-статистическим методом[2];
- на основе моделей множественного (бинарного) выбора[2].

3) Проверить согласованность ранжировок по значениям интегрального показателя, полученного различными методами.

---

[1] Полный перечень показателей, характеризующих муниципальные образования Оренбургской области, приведен в приложении А (таблица А.1)

[2] Предварительно осуществив многомерную классификацию объектов и получив разбиения, эквивалентные оценкам экспертов.

4) Провести сравнительный анализ муниципальных образований по выбранной латентной категории. Сделать выводы

3 Описание методики построения интегрального показателя

3.1 Формирование исходного (априорного) перечня частных критериев интегрального свойства

На первом этапе построения интегрального показателя из статистически регистрируемых показателей, характеризующий ту или иную латентную категорию, формируется априорный набор частных критериев.

Например, латентную категорию «демографическая безопасность» можно характеризовать следующими блоками показателей [5]:

- блок показателей качества населения, интегрирующий в себе основные показатели воспроизводства населения, демографической структуры, заболеваемости, состояния системы здравоохранения, уровня образования и культуры;

- блок показателей уровня благосостояния населения, аккумулирующий основные показатели уровня жизни и отражающий степень удовлетворения его материальных и духовных потребностей;

- блок показателей экономического развития, характеризующий отраслевую структуру экономики, состояние рынка труда;

- блок показателей риска в социальной сфере, отражающий уровень и состояние условий труда, криминогенности и заболевания социального характера.

- блок показателей качества экологической среды, аккумулирующий данные о загрязнении воздушного пространства, почв и воды;

- блок природно-климатических показателей, характеризующийся составом и объемами природно-сырьевых ресурсов, климатом.

Следует отметить, что каждый блок показателей представляет собой интегральное свойство и может быть представлен набором стандартных статистических показателей (частных критериев).

Очевидно, что априорные наборы статистических показателей (частных критериев) по каждому интегральному свойству, являются информационно избыточными, характеризующимися мультиколлинеарностью. В связи с этим дальнейшая задача состоит в выделении из априорного набора частных критериев сравнительно небольшого числа показателей, которые бы, во-первых, непосредственно характеризовали анализируемое интегральное свойство, и, во-вторых, обеспечивали с помощью подходящих моделей регрессии достаточно точное восстановление значений показателей, исключенных из априорного набора частных критериев [1,3]. Отобранные p показателей составят апостериорный набор частых критериев рассматриваемого интегрального свойства: $x^{(1)}, x^{(2)}, ..., x^{(p)}$.

Далее перед тем, как переходить непосредственно к процедуре свертки частных критериев $x^{(1)}, x^{(2)}, ..., x^{(p)}$, необходимо их привести к «общему знаменателю», т.е. применить к каждому из них такое преобразование, в результате которого область его возможных значений ограничится отрезком [0;1]. При этом нулевое значение преобразованного показателя должно соответствовать самому низкому качеству по данному свойству, а единичное – самому высокому [1]. Конкретный выбор унифицирующего преобразования зависит от того, какой вид зависимости исходного показателя (частного критерия) $x^{(j)}$ с анализируемым интегральным свойством того или иного социально-экономического явления: монотонно-возрастающая, монотонно-убывающая или немонотонная.

3.2 Методы построения интегрального показателя системы

Построение интегрального показателя предлагается осуществлять с помощью:

1) компонентного анализа (в случае работоспособности первой главной компоненты);

2) экспертно-статистическим методом (в случае неработоспособности первой главной компоненты и при наличии экспертной информации);

3) моделей множественного упорядоченного выбора.

3.2.1 Построение интегрального показателя методом главных компонент

Построение интегрального показателя в условиях отсутствия экспертных оценок может быть сведено к построению первой главной компоненты частных унифицированных показателей, в случае если уровень информативности не менее 0,55, алгоритм построения которой подробно описан в учебной и научно-методической литературе [1, 7, 8, 11]. Условие работоспособности первой главной компоненты в рассматриваемом случае имеет вид:

$$\left\{\frac{\lambda_1}{\lambda_1 + \ldots + \lambda_p}\right\} > 0{,}55, \tag{2}$$

где $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_p$ – собственные числа корреляционной матрицы частных унифицированных показателей, расположенные в порядке убывания $(\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \ldots \geq \lambda_p)$.

Индивидуальные значения первой главной компоненты, построенной по апостериорному набору унифицированных частных критериев $\tilde{x}^{(1)}, \tilde{x}^{(2)}, \ldots, \tilde{x}^{(p)}$, характеризующие объекты исследования, определяются следующим образом:

$$y_i = \sum_{j=1}^{p} u_{j1} \cdot \left(\frac{\tilde{x}_i^{(j)} - \overline{\tilde{x}}^{(j)}}{S_{\tilde{x}^{(j)}}} \right), \tag{6.7}$$

где $\widetilde{\widetilde{x}}^{(j)} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\widetilde{x}_i^{(j)}$ – среднее значение j-го унифицированного частного критерия;

$\widetilde{x}_i^{(j)}$ - значение j-го унифицированного частного критерия для i-го объекта;

$S_{\widetilde{x}^{(j)}} = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(\widetilde{x}_i^{(j)} - \widetilde{\widetilde{x}}^{(j)}\right)^2}$ – оценка среднего квадратического отклонения j-го унифицированного частного критерия;

n – количество объектов.

Интегральный индикатор анализируемого свойства для i-го объекта в N-балльной шкале определяется соотношением:

$$\widetilde{y}_i = \frac{y_i - y_{\min}}{y_{\max} - y_{\min}} \cdot N, \tag{6.8}$$

где $y_{\max}$ и $y_{\min}$ – максимальное и минимальное значения первой главной компоненты соответственно.

Рассмотрим пример построения интегрального показателя методом главных компонент. Для характеристики интегрального свойства «эффективность функционирования» промышленного предприятия отобраны три показателя (частных критерия):

x_1 – выработка на одного работника, ден.ед.;

x_2 – уровень рентабельности продукции, %;

x_3 – фондоотдача основных фондов, ден.ед.

На основе выборочных данных для 10 промышленных предприятий рассчитана оценка корреляционной матрицы $\hat{R} = \begin{pmatrix} 1 & 0{,}622 & 0{,}272 \\ 0{,}644 & 1 & 0{,}369 \\ 0{,}272 & 0{,}369 & 1 \end{pmatrix}$, а также оценки собственных чисел этой матрицы: $\hat{\lambda}_1 = 1{,}88$, $\hat{\lambda}_2 = 0{,}77$, $\hat{\lambda}_3 = 0{,}35$. Поскольку все частные критерии положительно влияют на интегральное свойство, то унификация частных критериев не проводилась. Оценка относительного вклада первой главной компоненты в суммарную дисперсию исходных признаков по формуле (2) составила $\hat{I}_1(z(x)) = \frac{1{,}88}{3} = 0{,}627 > 0{,}55$, следовательно, первую главную компоненту можно рассматривать в качестве интегрального показателя эффективности функционирования промышленного предприятия. После нахождения и нормировки собственного вектора, соответствующего наибольшему собственному числу матрицы $\hat{R}$, получили: $u_1 = (0{,}607; 0{,}646; 0{,}464)^T$. Таким образом, интегральный показатель эффективности функционирования промышленного предприятия имеет вид: $y_1 = 0{,}607x_1^* + 0{,}646x_2^* + 0{,}464x_3^*$, где x_i^* – центрировано-нормированное значение i-го частного критерия. $i = \overline{1{,}3}$. По индивидуальным значениям интегрального показателя рассматриваемые промышленные предприятия можно упорядочить по эффективности функционирования. При этом чем больше значение интегрального показателя, темы выше эффективность.

3.2.2 Построение интегрального показателя экспертно-статистическим методом

Ставится задача сравнения и упорядочивания по некоторому латентному (не поддающемуся непосредственному измерению) свойству ряда экономических объектов. Общее представление о степени проявления анализируемого свойства складывается как результат определенного суммирования ряда частных поддающихся измерению характеристик $\tilde{x} = (\tilde{x}^{(1)}, \tilde{x}^{(2)}, \ldots, \tilde{x}^{(p)})^T$.

Интуитивное экспертное восприятие сводной характеристики (обозначим ее y) можно представить в виде модели латентного показателя эффективности функционирования:

$$y = f(\tilde{x}) + \delta(\tilde{x}), \tag{5}$$

где $\tilde{x} = (\tilde{x}^{(1)}, \tilde{x}^{(2)}, ..., \tilde{x}^{(p)})$ - набор частных критериев, характеризующих интегральное свойство;

$\delta(\tilde{x})$ - искажения, носящие случайный характер, обусловленные как индивидуальностью эксперта, так и влиянием неучтенных входных показателей, оказывающих несущественное влияние на y [10].

Относительно остаточной случайной компоненты $\delta(\tilde{x})$ естественно предположить: $M\delta(\tilde{x}) = 0$; $D\delta(\tilde{x}) < \infty$.

Модель (5) интерпретируется как регрессионная модель y на $\tilde{x}$ с той спецификой, что вместо наблюденных значений y, необходимых для оценки $f(\tilde{x})$, используются экспертные оценки y. Поэтому вместо обычной задачи регрессионного анализа – построение функции регрессии, ставится задача оценки $f(\tilde{x})$ с точностью до произвольного монотонного преобразования. Для этого рассматривается параметрическая модель:

$$y = \sum_{j=1}^{p} \theta_j \tilde{x}_j + \delta(\tilde{x}). \tag{6}$$

В результате задача сводится к оценке $\Theta = (\theta_1, \theta_2, ..., \theta_p)$, в зависимости от природы и содержания исходных данных, которые состоят из экспертной и статистической информации.

Статистическая часть исходных данных о показателях представляется в виде матрицы типа «объект-свойство».

Экспертная часть исходных данных относится к сведениям о латентном показателе y и может предоставляться в трех формах:

1) «Обучение» от экспертов может быть получено в форме разбиения определенного числа субъектов на l упорядоченных групп, каждая из которых

состоит из однородных по анализируемому свойству y субъектов. Оценку неизвестного вектора весов предполагается подбирать таким образом, чтобы минимизировать расхождение в экспертных и полученных с помощью целевой функции бальных оценках:

$$\begin{cases} \sum_{q=1}^{l}\sum_{i=1}^{n_q}(q-\theta_0-\theta_1 x_{qi}^{(1)}-...-\theta_p x_{qi}^{(p)})^2 \to \min\limits_{\theta_0,...,\theta_p} . \\ \theta_j \geq 0, \quad j=\overline{1,p} \end{cases} \tag{7}$$

где l - количество групп, $n_1, n_2, ..., n_l$ - количество объектов в соответствующей группе. $n_1 + n_2 + ... + n_l = n$;

$X_{qi} = \left\{X_{qi}^{(1)}, X_{qi}^{(2)}, ..., X_{qi}^{(p)}\right\}^T$ - вектор значений показателей (частных критериев), зарегистрированных на i-ом субъекте группы q.

2) «Обучение» от экспертов получены в форме ранжировки (R_i) некоторого набора субъектов (n_0) по анализируемому интегральному свойству, т.е. для этих n_0 субъектов имеем: $\left(\widetilde{X}_1, R_1\right), \left(\widetilde{X}_2, R_2\right), ..., \left(\widetilde{X}_{n0}, R_{n0}\right)$. Тогда оценку неизвестного вектора весов предполагается подбирать таким образом, чтобы максимизировать согласованность экспертных и полученных ранжировок объектов:

$$\begin{cases} r\left(R, R(\theta_0, \theta_1, ..., \theta_p)\right) \to \max\limits_{\theta_0,...,\theta_p} \\ \theta_j \geq 0, \quad j=\overline{1,p}, \\ \sum_{j=0}^{p}\theta_j = 1, \end{cases} , \tag{8}$$

где $R=(R_1,R_2,...R_{n0})^T$, $R(\theta_0,\theta_1,...\theta_p)=\left(R_1(\theta_0,\theta_1,...\theta_p),...R_{n0}(\theta_0,\theta_1,...\theta_p)\right)^T$ - ранг i-го субъекта, определенный по значениям $y_1=\sum_{j=0}^{p}\theta_j\tilde{x}_1^{(j)}$, $y_2=\sum_{j=0}^{p}\theta_j\tilde{x}_2^{(j)}$, ..., $y_{n0}=\sum_{j=0}^{p}\theta_j\tilde{x}_{n0}^{(j)}$ интегрального анализируемого свойства вида: $y=\theta_0+\sum_{j=1}^{p}\theta_j\tilde{x}_j$.

3) Информация от каждого эксперта поступает в форме булевой матрицы парных сравнений O_i и O_j:

$$\gamma_l=\left\{\gamma_{ij}^{(l)}\right\}, \tag{9}$$

где $i,j=\overline{1,n}$; $l=\overline{1,m}$ - показывает, каким экспертом предложена матрица.

$$\gamma_{ij}^{(l)}=\begin{cases}1, \text{если по мнению } l\text{ - го эксперта } O_i \text{ не хуже } O_j;\\ 0, \text{в противном случае.}\end{cases}$$

$$\gamma_{ij}^{(l)}=\begin{cases}1, \text{если } O_i \text{ и } O_j \text{ принадлежат одной группе объектов;}\\ 0, \text{если } O_i \text{ и } O_j \text{ не принадлежжат одной группе объектов.}\end{cases}$$

В общем случае задача состоит в том, чтобы на основе известных сравнений пар объектов определить скалярную функцию $f(x,\Theta)$, такую, что парные сравнения, установленные по этой функции относительно тех же пар объектов, минимально отличались бы от экспертно установленных [10]. Для каждой пары разбиений объектов на однородные классы γ_l. γ_s можно определить меру близости этих разбиений:

$$d(\gamma_l,\gamma_s)=\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}\left|\gamma_{ij}^{(l)}-\gamma_{ij}^{(s)}\right|. \tag{10}$$

Пусть $f(x,\hat{\Theta})$ некоторая оценка функции $f(x,\Theta)$. Выбрав $\varepsilon > 0$, можно с помощью $f(x,\hat{\Theta})$ разбить n объектов на классы. При этом в один класс попадут те объекты, для которых $0 \le f(x,\hat{\Theta}) < \varepsilon$, в другой – те, для которых $\varepsilon \le f(x,\hat{\Theta}) < 2\varepsilon$ и т.д. Для «полученного» разбиения строится матрица парных сравнений $\gamma(\varepsilon,\hat{\Theta})$. Подбираются такие значения ε и $\hat{\Theta}$, чтобы величина $\sum_{i=1}^{m} d(\gamma_l,\gamma(\varepsilon,\hat{\Theta}))$ была минимальна.

Для нахождения вектора коэффициентов $\hat{\Theta}$ можно воспользоваться «методом голосования», предложенным Ю.И. Журавлевым. При любом $\varepsilon > 0$ с помощью линейной функции $f(x,\hat{\Theta}) = \sum_{j=1}^{p} \hat{\theta}_j x_j$ строится разбиение n объектов следующим образом. Для любого объекта X_i подсчитывается величина (11):

$$\Gamma(X_i,\gamma_\nu{}^l) = \sum_{X_k \in \gamma_\nu l} \tilde{\gamma}(X_i, X_k), \tag{11}$$

где $\tilde{\gamma}(X_i,X_k) = \begin{cases} 1, & \text{если } \left| \sum_{j=1}^{p} \hat{\theta}_j (x_i^{(j)} - x_k^{(j)}) \right| \le \varepsilon; \\ 0, & \text{если } \left| \sum_{j=1}^{p} \hat{\theta}_j (x_i^{(j)} - x_k^{(j)}) \right| > \varepsilon; \end{cases}$

$\gamma_\nu{}^l - \nu$ -класс в l-м экспертном разбиении.

Объект X_i относится к тому классу, для которого величина (11) максимальна. Полученное разбиение обозначается через $\gamma_l(\varepsilon,\hat{\Theta})$ и далее вычисляется «расстояние» $d_l = d(\gamma_l,\gamma_l(\varepsilon,\hat{\Theta}))$ по формуле (10). Параметры ε и $\hat{\Theta}$ подбираются из условия минимизации величины (12):

$$F(\varepsilon,\hat{\Theta}) = \sum_{l=1}^{m} d_l \,. \qquad (12)$$

При наличии весовых коэффициентов компетенций экспертов w_l, $l=\overline{1,m}$, минимизируется взвешенная сумма $F(\varepsilon,\hat{\Theta}) = \sum_{l=1}^{m} w_l \cdot d_l$. Для нахождения параметров ε и $\hat{\Theta}$ можно воспользоваться методами статистической оптимизации, например, градиентным методом или методом крутого спуска [10].

Приведем пример построения интегрального показателя экспертно-статистическим методом, описанный в работе [1]. На основе статистической информации об игре хоккеистов, включающей значения девяти показателей, а также экспертной информации, представляющей собой балльные оценки степени мастерства участников соревнований, в результате решения оптимизационной задачи (6.12) построен интегральный показатель вида:

$$f(x^{(1)},x^{(2)},\ldots,x^{(9)}) = 15 + 6x^{(1)} + x^{(2)} + 2x^{(3)} + x^{(4)} + 0{,}5x^{(5)} + 0{,}2x^{(6)} + 4x^{(7)} + 2x^{(8)} + x^{(9)},$$

где $x^{(1)}$ – количество ассистированных голов;

$x^{(2)}$ – количество бросков по воротам;

$x^{(3)}$ – количество выигранных силовых единоборств;

$x^{(4)}$ – количество отобранных шайб у противника;

$x^{(5)}$ – разность забитых и пропущенных шайб в микроматче игрока;

$x^{(6)}$ – количество точных передач;

$x^{(7)}$ – количество парированных бросков противника;

$x^{(8)}$ – время игры в неравночисленных составах, минут;

$x^{(9)}$ – количество удачно выполненных обводок.

Результаты построения интегрального показателя подверглись экспериментальной проверке и рабочей эксплуатации на матчах чемпионата мира. Тринадцатикратное сопоставление экспертной и формализованной оценок мастерства хоккеистов, а также тщательный профессиональный анализ накопленного итога показал устойчивую обоснованность и глубину выводов, полученных с помощью целевой функции [1].

3.2.3 Построение интегрального показателя на основе модели множественного выбора

Построение интегрального показателя на основе моделей множественного выбора предусматривает предварительное разбиение исследуемых объектов на однородные группы $D_l, \left(l = \overline{1, m} \right)$. Выявление однородных групп возможно осуществить методами кластерного анализа, нейросетевых технологий, а также методами неметрического шкалирования, позволяющими разделить все исследуемые объекты на классы, анализируя «карты» их расположения в теоретическом стимульном пространстве [9, 10].

В работе [12] подробно рассматриваются вопросы моделирования зависимости между порядковой результативной и количественными объясняющими переменными. Таким образом, ставится задача о построении зависимости вида (13):

$$y = G(x) = \begin{pmatrix} g_1(x),\ X \in D_1 \\ g_2(x),\ X \in D_2 \\ g_3(x),\ X \in D_3 \\ \dots\dots\dots\dots \\ g_m(x),\ X \in D_m \end{pmatrix} = \begin{cases} \alpha_1, & X \in D_1 \\ \alpha_2, & X \in D_2 \\ \alpha_3, & X \in D_3 \\ \dots\dots\dots\dots \\ \alpha_m, & X \in D_m \end{cases}, \qquad (13)$$

где $\bigcup_{l=1}^{m} D_l = D$ – генеральная совокупность объектов;

$g_l(\widetilde{x})$ – некоторая неизвестная функция, задающая гиперповерхность уровня α_l, $l = \overline{1, m}$;

$\alpha_1 < \alpha_2 < ... < \alpha_m$ – значения, характеризующие принадлежность к однородной группе;

$\tilde{x} = (\tilde{x}^{(1)}, \tilde{x}^{(2)}, ..., \tilde{x}^{(p)})$ – апостериорный набор унифицированных частных критериев.

$l = 1, 2, ..., m$.

В нашем случае не имеет смысла говорить о функциональной зависимости между признаком (y) и частными критериями, а следует изучать регрессионную зависимость:

$$\begin{gathered} M(\eta / x) \equiv Y = \alpha_1 \cdot P(\eta = \alpha_1 / X \in D_1) + \alpha_2 \cdot P(\eta = \alpha_2 / X \in D_2) + ... + \\ + \alpha_m \cdot P(\eta = \alpha_m / X \in D_m) \end{gathered}, \quad (14)$$

где η - случайная величина с возможными значениями $\alpha_1, \alpha_2, ..., \alpha_m$.

Поскольку значения "y" не наблюдаются, то в практике исследования подобных зависимостей, получивших название моделей упорядоченного множественного выбора, сложился подход, в соответствие с которым объект наблюдения относится к той группе $D_l, \left(l = \overline{1, m}\right)$, для которой $P\left(\eta = \alpha_l /_{X \in D_l}\right)$ принимает наибольшее значение. Однако при решении задачи ранжирования объектов исследования по изучаемому латентному свойству в [12] рекомендуется использовать регрессионную зависимость вида (14).

Поскольку зависимости $g_l(x), l = \overline{1, m}$ неизвестны, то они аппроксимируются линейной по параметрам зависимостью (15) от наблюдаемых характеристик:

$$y_i^* = X_i \beta + z_i. \ i = 1, 2, ..., n \quad (15)$$

где y_i^* – значение ненаблюдаемой латентной переменной для $i-го$ объекта;

$X_i = \left(\widetilde{x}_i^1, ..., \widetilde{x}_i^p\right)$ - вектор-строка значений унифицированных частных критериев для $i-го$ объекта;

z_i - апостериорные отклонения ненаблюдаемых значений некоторой латентной переменной y_i^*, значения которой «представляют» функции $g_l(x), l = \overline{1,m}$, от значений линейной функции $X_i\,\beta$ для каждого $i-го$ объекта;

n – количество объектов наблюдения.

При этом области $D_1, D_2, ..., D_m$ с помощью представленной аппроксимации (15) отобразятся в интервалы с неизвестными границами, которые подлежат оцениванию [12]:

$$\begin{array}{l} \gamma_0 < X_i\,\beta + z_i \le \gamma_1 \\ \gamma_1 < X_i\,\beta + z_i \le \gamma_2 \\ \dots\dots\dots\dots\dots \\ \gamma_{m-1} < X_i\,\beta + z_i \le \gamma_m \end{array}.$$

В результате функция регрессии (14) аппроксимируется следующей моделью:

$$\begin{array}{l} \widetilde{y}_i = \alpha_1 \cdot P\left([\gamma_0 < \eta_i^* \le \gamma_1] / X_i\right) + \alpha_2 \cdot P\left([\gamma_1 < \eta_i^* \le \gamma_2] / X_i\right) + \dots \\ \qquad + \alpha_m \cdot P\left([\gamma_{m-1} < \eta_i^* \le \gamma_m] / X_i\right) \end{array}, \qquad (16)$$

где $\eta_i^* = X_i\,\beta + u_i = \begin{cases} \alpha_1,\ если\ \ \gamma_0 < X_i\,\beta + u_{i1} \le \gamma_1 \\ \alpha_2,\ если\ \ \gamma_1 < X_i\,\beta + u_{i2} \le \gamma_2 \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ \alpha_m,\ если\ \ \gamma_m < X_i\,\beta + u_{im} \le \gamma_{m-1} \end{cases}$,

u_i - априорные отклонения, соответствующие апостериорным z_i и являющиеся независимыми одинаково распределенными случайными величинами с законом распределения $F(u / x)$.

В итоге модель регрессии (16) можно записать в виде:

$$\begin{aligned}\tilde{y}_i &= \alpha_1\left[F\left((\gamma_1 - X_i\,\beta)/X_i\right) - F\left((\gamma_0 - X_i\,\beta)/X_i\right)\right] + \alpha_2\left[F\left((\gamma_2 - X_i\,\beta)/X_i\right) - \right.\\ &\left. - F\left((\gamma_1 - X_i\,\beta)/X_i\right)\right] - \ldots - \alpha_m\left[F\left((\gamma_m - X_i\,\beta)/X_i\right) - F\left((\gamma_{m-1} - X_i\,\beta)/X_i\right)\right]\end{aligned} \quad (17)$$

Конкретизируя вид функции распределения $F(\cdot)$, получают различные варианты общей модели, например, если $F(\cdot) = \Phi(\cdot)$, то пробит-модель; если $F(\cdot) = \Lambda(\cdot)$, то логит–модель [8].

Для оценки неизвестных параметров $\overline{\beta}, \gamma_l, l = \overline{1,m}$ модели (17) строится логарифмическая функция правдоподобия в предположении независимости наблюдений:

$$\ln L(\beta,\gamma) = \sum_{i=1}^{n}\sum_{l=1}^{m} s_{i,l}\log\left[F(\gamma_l - X_i\cdot\beta) - F(\gamma_{l-1} - X_i\cdot\beta)\right], \quad (18)$$

где $s_{i,l} = \begin{cases}1, & \gamma_{l-1} < \eta_i^* < \gamma_l \\ 0, & \eta_i^* \notin (\gamma_{l-1};\gamma_l)\end{cases}$.

Оценка качества моделей осуществляется также как и моделей множественного и бинарного выбора на основе предложенного Макфадденом индекса отношения правдоподобия LRI [8]:

$$R^2_{McFadden} = LRI = 1 - \frac{\ln L}{\ln L_0}, \quad (19)$$

где $\ln L$ – значение логарифма функции правдоподобия,

$\ln L_0$ – значение логарифма функции правдоподобия при $\beta_1 = \beta_2 = \ldots = \beta_k = 0$, т.е. для тривиальной модели.

Альтернативный способ построения мер качества состоит в вычислении прогноза и сравнения его с фактическими значениями. Проверка статистической значимости отдельных коэффициентов модели осуществляется на основе статистики Вальда [8].

Рассмотрим моделирование латентного показателя, характеризующего миграционную привлекательность муниципальных образований Оренбургской области по набору показателей за 2013г.:

$migtr$ – число зарегистрированных иностранных работников на 1000 человек населения;

$zarp$ – средненоминальная заработная плата работников (руб.);

$obor\_torg$ – оборот розничной торговли на душу населения, (руб.);

$pred$ – число организаций по основным видам экономической деятельности, (ед.);

$trud\_nas$ – численность населения в трудоспособном возрасте (тыс. чел.);

$bezr$ – уровень безработицы (%);

inv – инвестиции в основной капитал на душу населения (руб.).

Предварительно объекты наблюдения (муниципальные образования Оренбургской области) с помощью методов кластерного анализа были разбиты на три группы. Для моделирования латентного показателя, описывающего особенности миграции трудовых ресурсов, рассмотрена переменная, значения которой формируются экспертно на основе полученной классификации муниципальных образований:

$$y_i = \begin{cases} 1, \ \textit{если объект } 1 \ \textit{группы}; \\ 2, \ \textit{если объект } 2 \ \textit{группы}; \\ 3, \ \textit{если объект } 3 \ \textit{группы}. \end{cases}$$

В таблице 1 приведены оценки параметров пробит-модели, полученные методом максимального правдоподобия.

Таблица 1 – Результаты оценивания модели упорядоченного множественного выбора

Переменные	$y_i = \begin{cases} 1, & \textit{если объет 1 группы} \\ 2, & \textit{если объет 2 группы} \\ 3, & \textit{если объет 3 группы} \end{cases}$			
	Оценка	Ст. ош.	z-статистика	p
Коэффициенты				
const	20,5389	6,4313	3,1936	0,0009
migtr	0,5889	0,1734	3,3962	0,0007
zarp	0,0224	0,0104	2,1538	0,032
bezr	-0,9063	0,4040	-2,2433	0,025
inv	0,3412	0,091	3,7495	0,0001
Пороговые значения				
γ_0	1,71	0,41	4,14	0,000
γ_1	4,10	1,26	1,26	0,0011

Как видно из таблицы 1, коэффициенты регрессии являются статистически значимыми. На основе оцененной модели множественного упорядоченного выбора проведено ранжирование муниципальных образований Оренбургской области (таблица 2).

Таблица 2 – Ранжирование муниципальных образований Оренбургской области по показателям, характеризующим миграционную ситуацию

Города и районы	Вероятность отнесения объекта к *j*-му классу			$\hat{y}$	Общий рейтинг
	к 1 классу	ко 2 классу	к 3 классу		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
3 класс					
г. Оренбург	0,000	0,001	0,999	9,371	1
Бузулукский р-н (включая г. Бузулук)	0,000	0,002	0,998	4,963	2
Оренбургский р-н	0,000	0,005	0,995	4,895	3
Бугурусланский р-н (включая г. Бугуруслан)	0,000	0,015	0,985	4,147	4
2 класс					
г.Соль- Илецк	0,01	0,982	0,010	4,095	5
г.Орск	0,01	0,979	0,011	4,060	6
г.Новотроицк	0,03	0,976	0,014	3,998	7
г. Медногорск	0,02	0,974	0,016	3,811	8
Кувандыкский р-н (включая г.Кувандык)	0,03	0,955	0,035	3,117	9

Продолжение таблицы 2

Гайский (включая г. Гай)	0,1	0,941	0,029	2,831	10
....					
Курманаевский р-н	0,01	0,773	0,217	2,072	15
Красногвардейский р-н	0,01	0,704	0,018	1,780	16
Кваркенский р-н	0,03	0,623	0,021	1,723	17
1 класс					
Сакмарский р-н	0,982	0,01	0,008	1,697	18
Тюльганский р-н	0,965	0,028	0,007	1,571	19
Шарлыкский р-н	0,959	0,034	0,007	1,521	20
Беляевский р-н	0,943	0,05	0,007	1,298	21
Переволоцкий р-н	0,826	0,169	0,005	0,836	22
Саракташский р-н	0,823	0,172	0,005	0,533	23
....					
Светлинский р-н	0,626	0,372	0,002	0,398	34
Северный р-н	0,622	0,377	0,001	0,296	35
Матвеевский р-н	0,615	0,384	0,001	0,201	36
Тоцкий р-н	0,615	0,385	0,000	0,194	37
Грачевский р-н	0,614	0,386	0,000	0,024	38
Алексеевский р-н	0,611	0,389	0,000	0,019	39

Анализ результатов ранжирования муниципальных образований Оренбургской области по осредненному значению латентного показателя (столбец 5 таблицы 2) показал, что более высокий рейтинг определяет большую концентрацию трудовых мигрантов в териториях, к которым относятся г. Оренбург, г. Бузулук (Бузулукский район), г. Бугуруслан (Бугурусланский район), так как эти города и районы являются крупными промышленными и экономическими центрами. Ряд районов области (Новосергиевский, Сорочинский, Тюльганский) имеют средний рейтинг. Здесь сосредоточены предприятия по переработки продукции сельского хозяйства. Сравнительно низкие ранги имеют Тоцкий, Грачевский, Алексеевский районы. Эти районы наименее привлекательны для мигрантов. Следует отметить, что использование данного подхода требует экспертно оцененных значений $\alpha_1, \alpha_2, .., \alpha_m$.

3.3 Оценка согласованности ранжировок

Согласованность ранжировок по значениям интегрального показателя, полученного различными методами, можно оценить с помощью коэффициентов ранговой корреляции Спирмена и Кендалла, а также коэффициента конкордации [1]:

1. оценка рангового **коэффициента корреляции Спирмена** $r_{jk}^{s} = 1 - \frac{6}{n^3 - n} \cdot \sum_{i=1}^{n} (x_i^{(j)} - x_i^{(k)})^2$ между ранжировками $X^{(j)} = \left(x_1^{(j)}, x_2^{(j)}, ..., x_n^{(j)}\right)^T$ и $X^{(k)} = \left(x_1^{(k)}, x_2^{(k)}, ..., x_n^{(k)}\right)^T$;

2. оценка рангового **коэффициента корреляции Кендалла** $r_{jk}^{k} = \tau = 1 - \frac{4\nu(X^{(j)}, X^{(k)})}{n(n-1)}$ между ранжировками $X^{(j)} = \left(x_1^{(j)}, x_2^{(j)}, ..., x_n^{(j)}\right)^T$ и $X^{(k)} = \left(x_1^{(k)}, x_2^{(k)}, ..., x_n^{(k)}\right)^T$. где $\nu(X^{(j)}, X^{(k)})$ – минимальное число обменов соседних элементов последовательности $X^{(k)}$, необходимых для приведения ее к упорядочению $X^{(j)}$;

3. оценка **коэффициента конкордации** для характеристики связи между p ранжировками:

$$\hat{W}(p) = \frac{12}{p^2(n^3 - n)} \sum_{i=1}^{n} \left(\sum_{j=1}^{p} x_i^{(j)} - \frac{p(n+1)}{2} \right)^2 .$$

3.4 Оценка межрегиональной динамики

Далее решается задача вычисления характеристик, которые позволяют отслеживать улучшение или ухудшение интегрального свойства объекта в динамике, как по отношению к самому себе (*автодинамика)*, так и по отношению к своему положению среди других объектов (*межрегиональная/межстрановая динамика*).

Простое приращение (уменьшение) во времени t значения $\tilde{y}_{i,t}$ в действительности может не означать соответственно улучшения (ухудшения) интегрального свойства как по отношению к самому себе, так и по своему положению среди других объектов: ведь во времени меняются и «объекты-эталоны» (то есть x_{max} и x_{min}), и «объекты-конкуренты» (соседи по рейтингу), и если они меняются к лучшему более быстрыми темпами, чем значение $\tilde{y}_{i,t}$ для i-го объекта, то и межрегиональная динамика интегрального свойства для этого объекта будет отрицательной (то есть будет сигнализировать об относительном ухудшении), несмотря на некоторое увеличение значения $\tilde{y}_{i,t}$. При измерении межрегиональной динамики каждого конкретного объекта естественно ориентироваться на динамику его положения (ранга) в ряду других объектов, то есть на величину:

$$\delta_{i,t} = R(\tilde{y}_{i,t-1}) - R(\tilde{y}_{i,t}), \qquad (20)$$

где $R(\tilde{y}_{i,t}) = R_i$ - ранг i-го объекта в момент времени t.

Очевидно, положительные значения $\delta_{i,t}$ будут свидетельствовать о положительной межрегиональной динамике объекта i [3, 4].

4 Порядок выполнения лабораторной работы

Рассмотрим этапы построения интегрального показателя, характеризующего уровень жизни населения 20 стран, различными методами.

Из содержательных соображений был сформирован перечень частных критериев, характеризующий уровень жизни населения стран:

$x^{(1)}$ потребление мяса на душу населения, кг;

$x^{(2)}$ потребление фруктов на душу населения, кг;

$x^{(3)}$ потребление хлебопродуктов на душу населения, кг;

$x^{(4)}$ потребление алкоголя, л;

$x^{(5)}$ ВВП по ППП, в % к США;

$x^{(6)}$ обеспеченность населения врачами, число врачей на 10000 населения;

$x^{(7)}$ расходы на здравоохранение, в % к ВВП;

$x^{(8)}$ урожайность зерновых культур, ц/га;

$x^{(9)}$ смертность населения на 100000 населения.

Фрагмент исходных данных для анализа представлен на рисунке 1.

№ п/п	Страны	$x^{(1)}$	$x^{(2)}$	$x^{(3)}$	$x^{(4)}$	$x^{(5)}$	$x^{(6)}$	$x^{(7)}$	$x^{(8)}$	$x^{(9)}$
1	Россия	55	28	5	20,4	44,5	3,2	124	14,4	84,98
2	Австралия	100	121	8,2	71,4	32,5	8,5	87	11,6	3,58
3	Австрия	93	146	12	78,7	33,9	9,2	74	56,1	38,42
4	Азербайджан	20	52	7,9	12,1	38,8	3,3	141	16,4	60,34
5	Армения	20	72	6,5	10,9	34,4	3,2	134	13,5	60,22
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
10	Венгрия	73	73	10,9	24,5	32,1	6	106	39,8	64,7
11	Германия	88	138	8,1	76,2	38,1	8,6	73	56,9	36,63
12	Греция	83	99	8,8	44,4	41,5	5,7	108	37,4	32,84
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
16	Испания	89	103	8,95	54,8	40,9	7,3	72	22,6	28,46
17	Италия	84	169	9,6	72,1	49,4	8,5	118	46	30,27
18	Казахстан	61	10	7,2	13,4	38,1	3,3	191	7,9	69,04
19	Канада	98	123	7,4	79,9	27,6	10,2	77	25,4	25,4
20	Киргизия	46	20	6,7	11,2	33,2	3,4	134	17	53,1

Рисунок 1 – Значения показателей, характеризующих уровень жизни населения в странах

Сформированный апостериорный набор частных критериев, в полной мере характеризующий уровень жизни населения, позволяет учесть многоуровневую структуру данной категории и является основой для дальнейшего исследования уровня жизни как латентной синтетической категории.

Поскольку рассматриваемые показатели имеют разные единицы измерения и по разному влияют на интегральное свойство «уровень жизни населения», то дальнейшим этапом будет унификация апостериорного набора частных критериев.

Такие частные критерии, как потребление мяса, фруктов, хлебопродуктов, уровень ВВП, обеспеченность населения врачами, расходы на здравоохранение, а также урожайность зерновых культур связаны с анализируемым интегральным свойством уровня жизни монотонно-возрастающей зависимостью, то применим к ним унификацию вида: $\widetilde{x}_i^{(j)} = \dfrac{x_i^{(j)} - x_{\min}^{(j)}}{x_{\max}^{(j)} - x_{\min}^{(j)}}$, а к частным критериям потребление алкоголя и смертность населения унификацию вида: $\widetilde{x}_i^{(j)} = \dfrac{x_{\max}^{(j)} - x_i^{(j)}}{x_{\max}^{(j)} - x_{\min}^{(j)}}$, т.к. они связаны с анализируемым интегральным свойством уровня жизни монотонно-убывающей зависимостью.

Фрагмент набора унифицированных частных критериев приведен на рисунке 2.

№ п/п	Страны	$x^{(1)}$	$x^{(2)}$	$x^{(3)}$	$x^{(4)}$	$x^{(5)}$	$x^{(6)}$	$x^{(7)}$	$x^{(8)}$	$x^{(9)}$
1	Россия	0,438	0,113	1	0,138	0,732	0,000	0,437	0,113	0
2	Австралия	1	0,698	0,543	0,877	0,426	0,757	0,126	0,064	1
3	Австрия	0,913	0,855	0	0,983	0,462	0,857	0,017	0,837	0,572
4	Азербайджан	0	0,264	0,586	0,017	0,587	0,014	0,580	0,148	0,303
5	Армения	0	0,390	0,786	0	0,474	0	0,521	0,097	0,304
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
10	Венгрия	0,663	0,396	0,157	0,197	0,416	0,400	0,286	0,554	0,249
11	Германия	0,850	0,805	0,557	0,946	0,569	0,771	0,008	0,851	0,594
12	Греция	0,788	0,560	0,457	0,486	0,656	0,357	0,303	0,512	0,641
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
16	Испания	0,863	0,585	0,436	0,636	0,640	0,586	0,000	0,255	0,694
17	Италия	0,800	1	0,343	0,887	0,857	0,757	0,387	0,661	0,672
18	Казахстан	0,513	0	0,686	0,036	0,569	0,014	1	0	0,196
19	Канада	0,975	0,711	0,657	1	0,301	1	0,042	0,304	0,732
20	Киргизия	0,325	0,063	0,757	0,004	0,444	0,029	0,521	0,158	0,392

Рисунок 2 - Апостериорный набор унифицированных частных критериев

4.1 Построение интегрального показателя, характеризующего уровень жизни населения, методом главных компонент

Для построения интегрального показателя методом главных компонент необходимо проверить условие работоспособности первой главной компоненты.

Для определения вклада каждой главной компоненты в суммарную дисперсию исходных признаков в пакете Gretl[3] следует осуществить выбор следующей команды меню **View → Principal components** (рисунок 3).

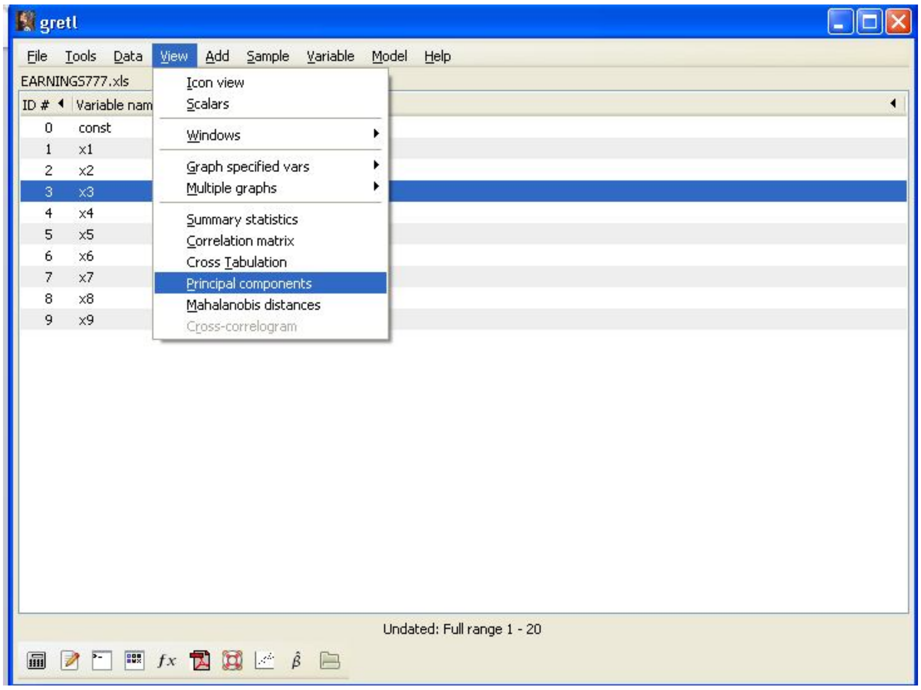


Рисунок 3 - Выбор пунктов меню для реализации метода главных компонент в пакете Gretl

В появившемся окне с помощью зеленой стрелки следует выбрать переменные для анализа (рисунок 4). По умолчанию все расчеты компонентного анализа будут осуществляться на основе корреляционной матрицы (**use correlation matrix**).

[3] Подробное описание подготовки данных для работы в пакете Gretl: создание рабочих файлов и осуществление импорта данных из большинства распространенных офисных и специализированных статических пакетов – Eviews, Stata, SPSS, SAS приведено в источнике [6].

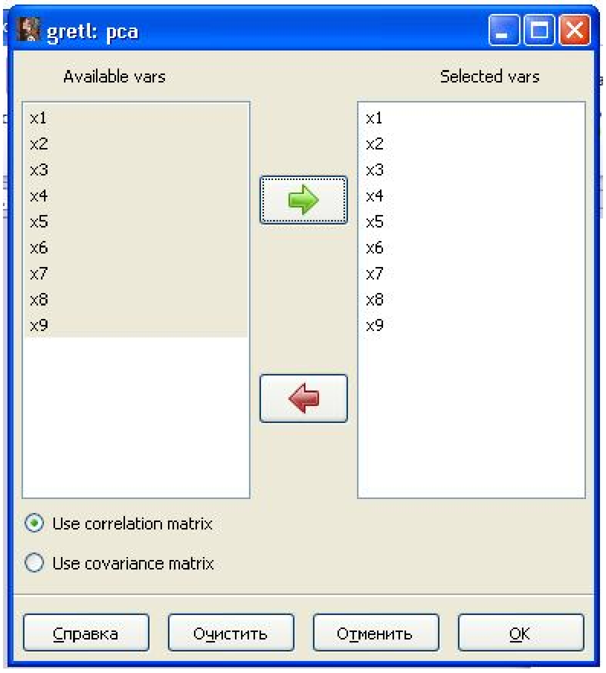
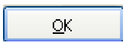
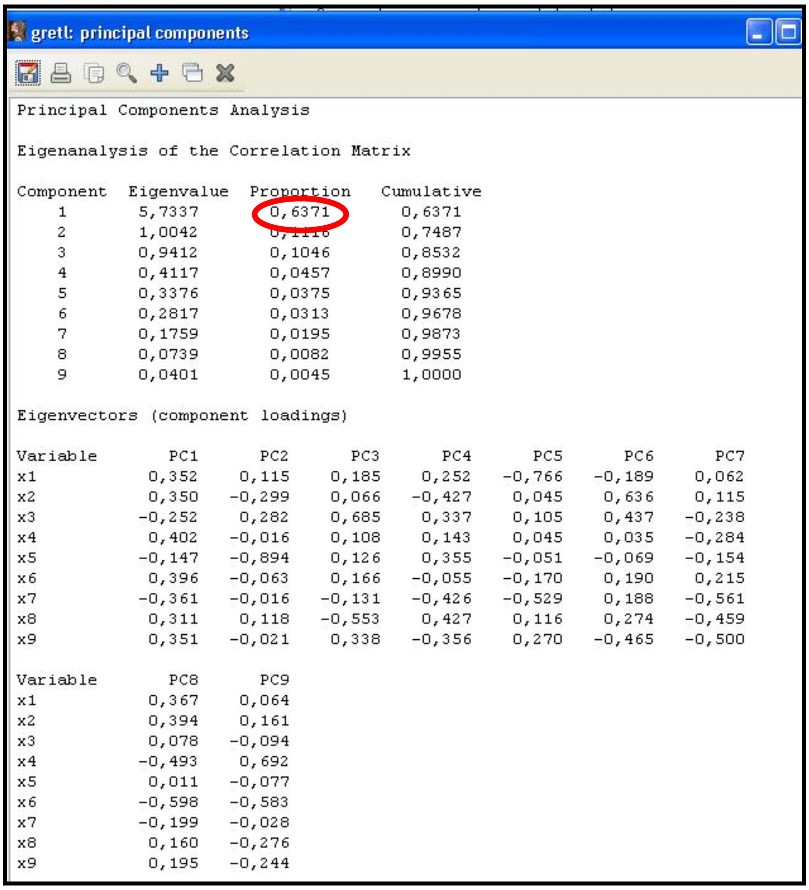


Рисунок 4 – Выбор переменных для проведения компонентного анализа

После нажатия кнопки 

на экране появится окно с результатами компонентного анализа (рисунок 5).



gretl: principal components

Principal Components Analysis

Eigenanalysis of the Correlation Matrix

Component	Eigenvalue	Proportion	Cumulative
1	5,7337	0,6371	0,6371
2	1,0042	0,1116	0,7487
3	0,9412	0,1046	0,8532
4	0,4117	0,0457	0,8990
5	0,3376	0,0375	0,9365
6	0,2817	0,0313	0,9678
7	0,1759	0,0195	0,9873
8	0,0739	0,0082	0,9955
9	0,0401	0,0045	1,0000

Eigenvectors (component loadings)

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7
x1	0,352	0,115	0,185	0,252	-0,766	-0,189	0,062
x2	0,350	-0,299	0,066	-0,427	0,045	0,636	0,115
x3	-0,252	0,282	0,685	0,337	0,105	0,437	-0,238
x4	0,402	-0,016	0,108	0,143	0,045	0,035	-0,284
x5	-0,147	-0,894	0,126	0,355	-0,051	-0,069	-0,154
x6	0,396	-0,063	0,166	-0,055	-0,170	0,190	0,215
x7	-0,361	-0,016	-0,131	-0,426	-0,529	0,188	-0,561
x8	0,311	0,118	-0,553	0,427	0,116	0,274	-0,459
x9	0,351	-0,021	0,338	-0,356	0,270	-0,465	-0,500

Variable	PC8	PC9
x1	0,367	0,064
x2	0,394	0,161
x3	0,078	-0,094
x4	-0,493	0,692
x5	0,011	-0,077
x6	-0,598	-0,583
x7	-0,199	-0,028
x8	0,160	-0,276
x9	0,195	-0,244

Рисунок 5 - Окно с результатами компонентного анализа

Для построения главных компонент в пакете Statistica необходимо выполнить следующие действия:

1) выбрать пункт меню «Statistics», подпункты «Multivariate Exploratory Techniques», «Factor Analysis»;

2) в появившейся форме для отбора признаков для анализа нажать кнопку «Variables», выбрать все признаки (1-9) и нажать кнопку «ОК» на текущей и предыдущей формах;

3) в появившейся форме выбора метода построения факторов на странице «Advanced» в группе радио-кнопок установить «Principal components» (компонентный анализ), в полях «Максимальное число факторов» и «Минимальное собственное число» ввести значения 9 и 0 соответственно, что даст возможность построения всех возможных главных компонент;

4) на текущей форме нажать кнопку «ОК», после чего на экране появится форма со значениями оценок собственных чисел (eigenvalues), расположенных по убыванию;

5) для определения вклада каждой главной компоненты в суммарную дисперсию исходных признаков на форме «Factor Analysis Results» необходимо нажать кнопку «Eigenvalues». На экране появится таблица, представленная на рисунке 6.

Eigenvalues (Spreadsheet1)
Extraction: Principal components

Value	Eigenvalue	% Total variance	Cumulative Eigenvalue	Cumulative %
1	5,733728	63,70809	5,733728	63,7081
2	1,004202	11,15780	6,737931	74,8659
3	0,941192	10,45769	7,679123	85,3236
4	0,411672	4,57414	8,090795	89,8977
5	0,337636	3,75151	8,428431	93,6492
6	0,281693	3,12992	8,710124	96,7792
7	0,175858	1,95398	8,885983	98,7331
8	0,073905	0,82116	8,959888	99,5543
9	0,040112	0,44569	9,000000	100,0000

Рисунок 6 – Вклады главных компонент в суммарную дисперсию исходных признаков, рассчитанные в пакете Statistica

С более подробным описанием этапов реализации метода главных компонент, в том числе и в других пакетах, можно ознакомиться в источнике [11].

Следует заметить, что относительный вклад первой главной компоненты в суммарную дисперсию исходных признаков превышает 55% и составляет 63,7%. Это дает возможность рассматривать первую главную компоненту как интегральный показатель, характеризующий уровень жизни населения.

Коэффициенты линейного преобразования унифицированных частных критериев после проведения нормировки приведены на рисунке 5 (**eigenvectors (component loadings)**).

Таким образом, первая главная компонента связана с унифицированными исходными признаками следующей линейной комбинацией:

$$z_1 = 0{,}352\tilde{x}^{(1)} + 0{,}350\tilde{x}^{(2)} - 0{,}252\tilde{x}^{(3)} + 0{,}402\tilde{x}^{(4)} - 0{,}147\tilde{x}^{(5)} + 0{,}396\tilde{x}^{(6)} - 0{,}361\tilde{x}^{(7)} + 0{,}311\tilde{x}^{(8)} + 0{,}351\tilde{x}^{(9)}$$

Для интерпретации первой главной компоненты необходимо провести анализ матрицы факторных нагрузок. Определим ее с помощью пакета Statistica, для этого на странице «Loadings» формы «Factor Analysis Results» необходимо нажать кнопку «Factor loadings». На экране появится таблица, представленная на рисунке 7.

Factor Loadings (Unrotated) (Spreadsheet5)
Extraction: Principal components
(Marked loadings are >,700000)

Variable	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5	Factor 6	Factor 7	Factor 8	**Factor 9**
x1	0,842104	0,115220	-0,179847	0,161687	-0,445213	0,100542	-0,026136	-0,099643	0,012748
x2	0,837587	-0,299381	-0,064092	-0,274141	0,026332	-0,337637	-0,048252	-0,107230	0,032235
x3	0,602620	0,282998	-0,664509	0,216277	0,061281	-0,232107	0,099879	-0,021230	-0,018924
x4	-0,963340	-0,015972	-0,104454	0,091865	0,026376	-0,018520	0,118994	0,134002	0,138619
x5	0,352174	-0,602358	-0,122489	0,227896	-0,029492	0,036820	0,064760	-0,003018	-0,015380
x6	0,949147	-0,063225	-0,160733	-0,035066	-0,098518	-0,100909	-0,089987	0,162619	-0,116731
x7	0,863671	-0,016130	0,126902	-0,273585	-0,307533	-0,099543	0,235430	0,053986	-0,005708
x8	0,745418	0,117861	0,536389	0,273974	0,067329	-0,145239	0,192621	-0,043549	-0,055315
x9	-0,839868	-0,020931	-0,328027	-0,228221	0,156818	0,246633	0,209498	-0,052964	-0,048810
Expl.Var	5,733728	1,004202	0,941192	0,411672	0,337636	0,281693	0,175858	0,073905	0,040112
Prp.Totl	0,637081	0,111578	0,104577	0,045741	0,037515	0,031299	0,019540	0,008212	0,004457

Рисунок 7 – Результаты расчета элементов матрицы факторных нагрузок в пакете Statistica

Тесную положительную связь интегральный показатель, характеризующий уровень жизни населения стран, имеет со следующими показателями: потребления мяса ($\tilde{x}^{(1)}$), фруктов ($\tilde{x}^{(2)}$), обеспеченность населения врачами ($\tilde{x}^{(6)}$), расходы на здравоохранение ($\tilde{x}^{(7)}$) и урожайность зерновых культур ($\tilde{x}^{(8)}$). Отрицательная тесная связь наблюдается между интегральным показателем и потреблением алкоголя ($\tilde{x}^{(4)}$), а также смертностью населения ($\tilde{x}^{(9)}$).

Воспользовавшись формулой для расчета индивидуальных значений главных компонент (9) или пакетом Statistica, выбрав на странице «Scores» формы «Factor Analysis Results» кнопку «Factor scores», получим следующие результаты (таблица 1):

Таблица 1 – Значение интегрального показателя и результаты ранжирования стран по убыванию значения интегрального показателя, характеризующего уровень жизни населения

Ранг	Страна	Значение интегрального показателя
1	Австрия	0,992753
2	Бельгия	0,805065
3	Канада	0,766995
4	Германия	0,763557
5	Дания	0,679544
6	Италия	0,628336
7	Австралия	0,625367
8	Ирландия	0,558027
9	Великобритания	0,529613
10	Испания	0,365858
11	Греция	0,123711
12	Венгрия	-0,084
13	Болгария	-0,46157
14	Белоруссия	-0,58395
15	Киргизия	-0,85739
16	Грузия	-0,90495
17	Армения	-0,93168
18	Азербайджан	-0,93525
19	Россия	-0,98264
20	Казахстан	-1,0974

Сравнительно более высокий уровень жизни населения наблюдается в европейских странах: Австрии, Бельгии, Германии, Дании, Италии, а также

Канаде. Эти страны занимают лидерские позиции в мировой экономике, отличаются большими запасами капитала, высокой производительностью труда и высокими показателями в науке и технике, для них характерны равномерное распределение доходов и социальное ориентирование экономики.

Казахстан, Россия, Азербайджан, Армения и Грузия вошли в пятерку стран, характеризующихся сравнительно низким уровнем жизни населения, что обусловлено, в большей части, наличием в тот период вооруженных конфликтов на территории стран Закавказья.

4.2 Построение интегрального показателя, характеризующего уровень жизни населения, экспертно-статистическим методом

Осуществим построение интегрального показателя уровня жизни населения с использованием экспертной информации, представленной в форме булевой матрицы парных сравнений объектов. Поскольку на практике нередки ситуации, когда оперативно получить экспертную информацию невозможно, воспользуемся предложением авторов статьи [10] и сформируем матрицы парных сравнений объектов на основе результатов кластерного анализа[4].

Дендрограммы классификации по показателям, характеризующим уровень жизни населения $x_1, x_2, ..., x_9$ с использованием обычного евклидова расстояния методом полных связей и метом Уорда представлены на рисунках 8, 9.

[4] Подробное описание реализации методов кластерного анализа в пакете Statistica приведено в источнике [9]

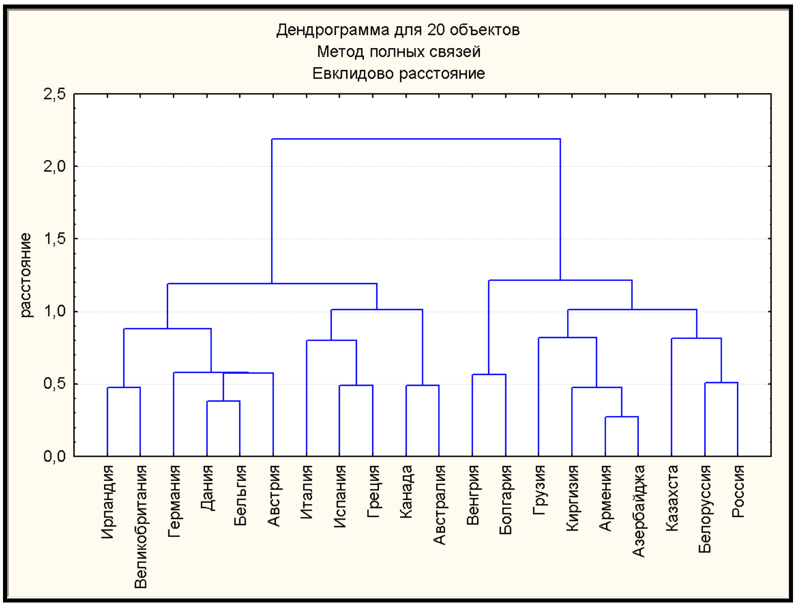


Рисунок 8 – Дендрограмма классификации стран методом полных связей

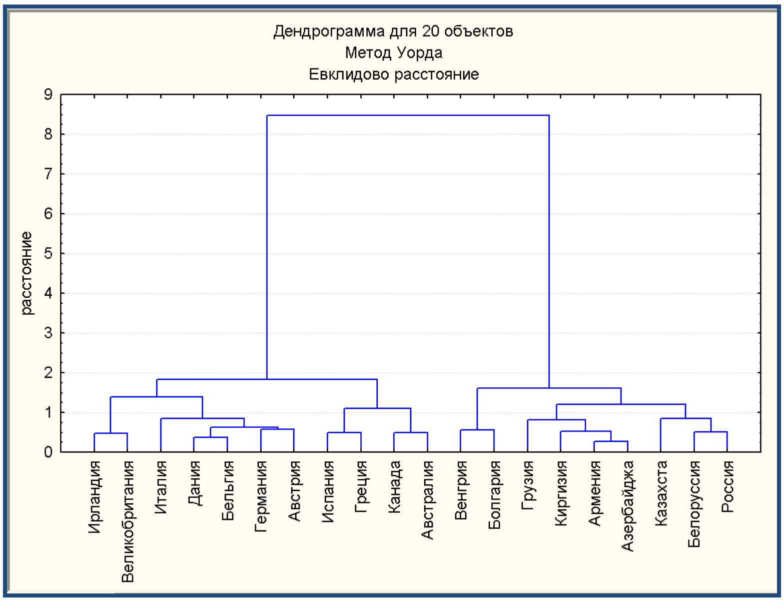


Рисунок 9 – Дендрограмма классификации стран методом Уорда

По дендрограммам видно, что страны целесообразно разбить либо на два, либо на четыре класса.

Результаты классификации стран различными методами кластерного анализа представлены в таблице 2. В скобках возле названия страны указан номер данного объекта в матрице исходных значений признаков.

Таблица 2 – Результаты классификации стран по показателям, характеризующим уровень жизни населения, различными методами кластерного анализа

<table>
<tr><th colspan="2">Метод полных связей
(пороговое значение расстояния $\rho_{пор} = 1{,}5$),
метод Уорда ($\rho_{пор} = 3$),
метод К-средних (2 класса)</th><th colspan="2">Метод К-средних
(4 класса)</th><th colspan="2">Метод полных связей
($\rho_{пор} = 1{,}1$)</th></tr>
<tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td></tr>
<tr><td rowspan="2">1
класс</td><td rowspan="2">Ирландия (15)
Великобритания (9)
Германия (11)
Дания (14)
Бельгия (7)
Австрия (3)
Италия (17)
Испания (16)
Греция (12)
Канада (19)
Австралия (2)</td><td>1
класс</td><td>Австрия (3)
Бельгия (7)
Великобритания (9)
Германия (11)
Дания (14)
Ирландия (15)</td><td>1
класс</td><td>Ирландия (15)
Великобритания (9)
Германия (11)
Дания (14)
Бельгия (7)
Австрия (3)</td></tr>
<tr><td>2
класс</td><td>Австралия (2)
Греция (12)
Испания (16)
Италия (17)
Канада (19)</td><td>2
класс</td><td>Италия (17)
Испания (16)
Греция (12)
Канада (19)
Австралия (2)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2
класс</td><td rowspan="2">Венгрия (10)
Болгария (8)
Грузия (13)
Киргизия (20)
Армения (5)
Азербайджан (4)
Казахстан (18)
Белоруссия (6)
Россия (1)</td><td>3
класс</td><td>Азербайджан (4)
Армения (5)
Грузия (13)</td><td>3
класс</td><td>Венгрия (10).
Болгария (8).
Грузия (13).
Киргизия (20).
Армения (5).
Азербайджан (4)</td></tr>
<tr><td>4
класс</td><td>Россия (1)
Белоруссия (6)
Болгария (8)
Венгрия (10)
Казахстан (18)
Киргизия (20)</td><td>4
класс</td><td>Казахстан (18)
Белоруссия (6)
Россия (1)</td></tr>
</table>

По результатам кластерного анализа можно построить матрицы парных сравнений объектов, эквивалентные оценкам трех экспертов. Фрагмент матрицы парных сравнений объектов, построенной по результатам первой классификации, представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Фрагмент булевой матрица парных сравнений стран по результатам первой классификации

Страны	Россия	Австралия	Австрия	…	Казахстан	Канада	Киргизия
Россия	1	0	0	…	1	0	1
Австралия	0	1	0	…	0	1	0
Австрия	0	1	1	…	0	1	0
…	…	…	…	…	…	…	…
Казахстан	1	0	0	…	1	0	1
Канада	0	1	1	…	0	1	0
Киргизия	1	0	0	…	1	0	1

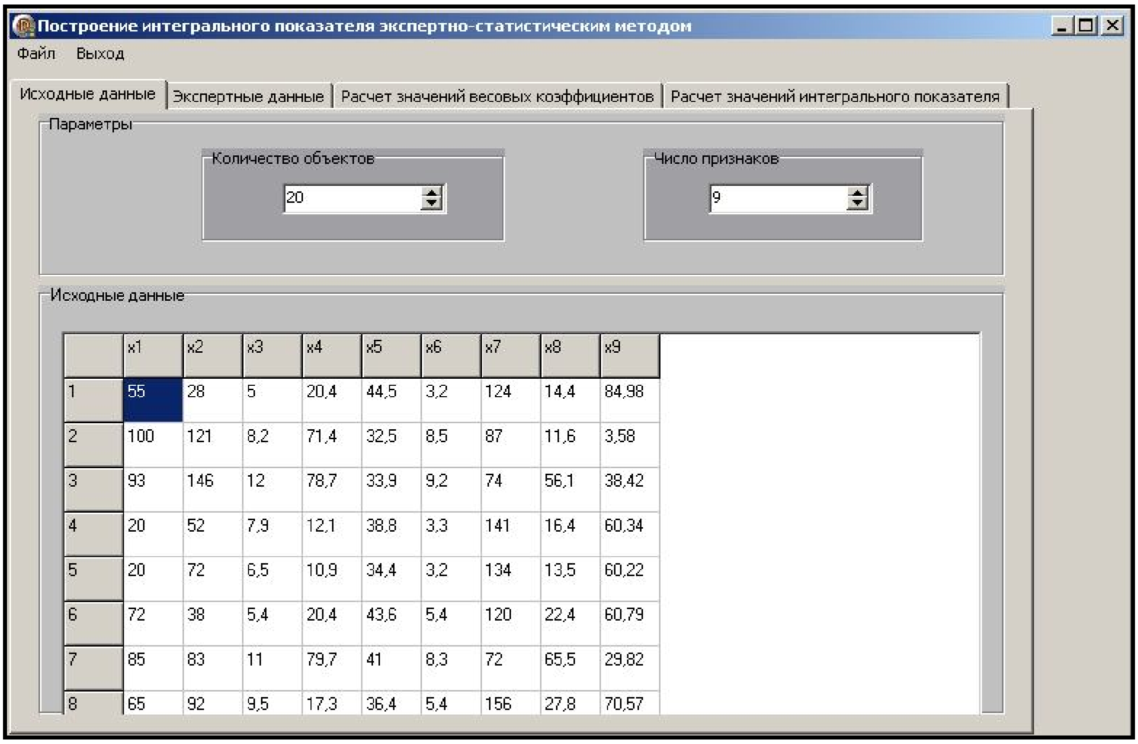
Для оценки вектора параметров θ модели (6) методом голосования Журавлева Ю.И. воспользуемся программным средством «Построение интегрального показателя экспертно-статистическим методом», реализующим решение задачи минимизации функции (12) градиентным методом.

Перед началом работы с программой необходимо подготовить текстовые файлы, содержащие составы классов в разбиении. Количество файлов должно быть равно количеству экспертов. Файлам необходимо давать имена, соответствующими номерам классификаций. Перечисление состава каждого из классов следует начинать с новой строки, номера объектов в классе – отделять друг от друга пробелом. В нашем случае необходимо создать три файла с именами: 1.txt, 2.txt, 3.txt. Например, в первом файле должна содержаться следующая информация:

2 3 7 9 11 12 14 15 16 17 19

1 4 5 6 8 10 13 18 20

Исходную статистическую информацию о странах можно ввести в программе вручную, указав предварительно количество объектов и признаков, или загрузить из текстового файла. Форма со значениями показателей, характеризующих уровень жизни населения в странах мира, представлена на рисунке 10.



	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9
1	55	28	5	20,4	44,5	3,2	124	14,4	84,98
2	100	121	8,2	71,4	32,5	8,5	87	11,6	3,58
3	93	146	12	78,7	33,9	9,2	74	56,1	38,42
4	20	52	7,9	12,1	38,8	3,3	141	16,4	60,34
5	20	72	6,5	10,9	34,4	3,2	134	13,5	60,22
6	72	38	5,4	20,4	43,6	5,4	120	22,4	60,79
7	85	83	11	79,7	41	8,3	72	65,5	29,82
8	65	92	9,5	17,3	36,4	5,4	156	27,8	70,57

Рисунок 10 – Форма с исходной статистической информацией

Для ввода экспертной информации в форме необходимо выбрать страницу «Экспертные данные», ввести количество разбиений и, нажав на кнопку «Выбрать», открыть файл 1.txt, содержащий первое разбиение (рисунок 11).

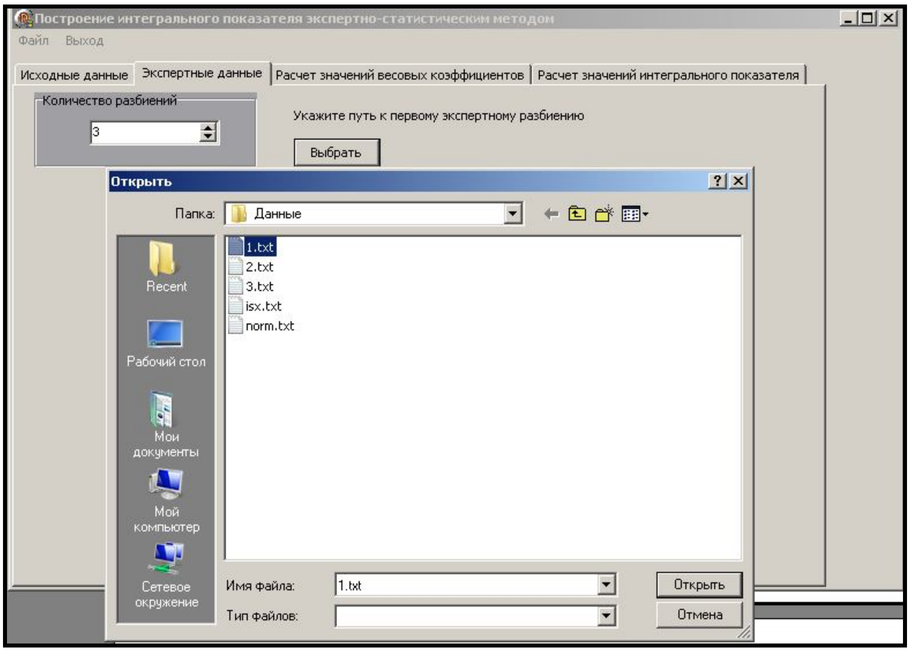


Рисунок 11 – Ввод экспертной информации

После ввода статистической и экспертной информации можно перейти к расчету оценок параметров модели (6). Для этого необходимо на странице «Расчет значений весовых коэффициентов» задать входные параметры градиентного метода (начальные приближения, параметр рабочего шага и интервалы варьирования) и нажать на кнопку «Расчет». После этого на экране появится таблица с результатами, в которой указываются искомые параметры, количество итераций и значение функционала (рисунок 11).

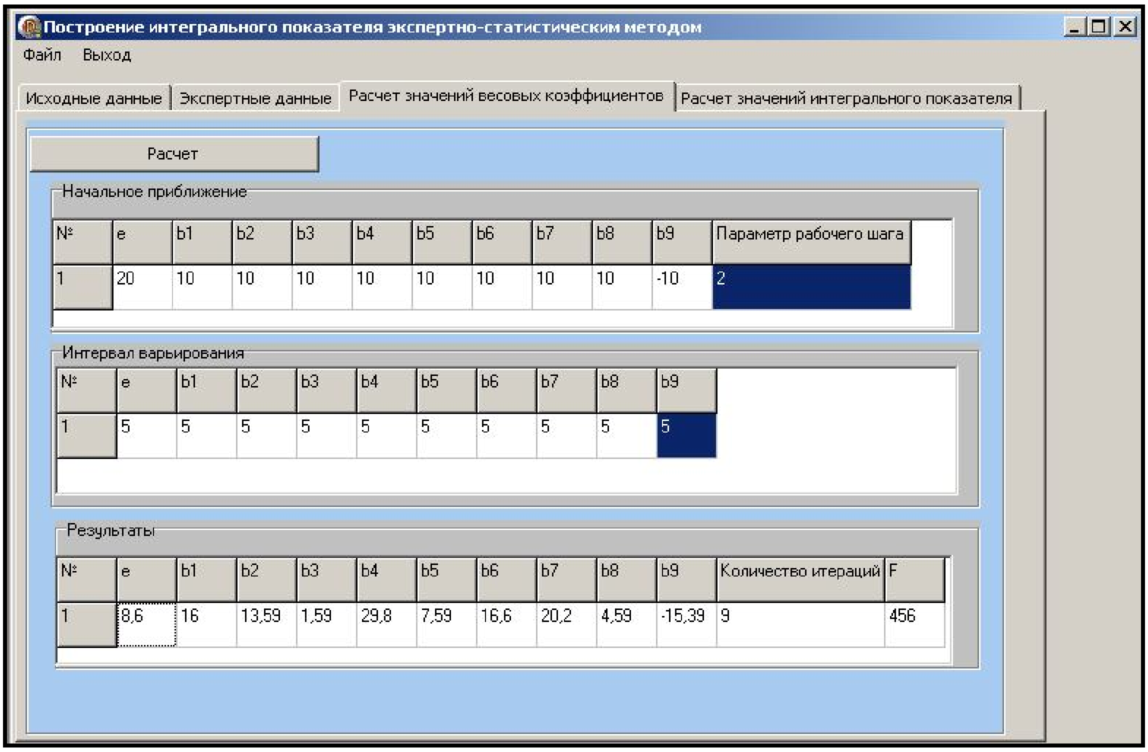


Рисунок 11 – Расчет весовых коэффициентов градиентным методом

На основе полученных с помощью программного средства результата оценки весовых коэффициентов признаков можно записать вид интегрального показателя уровня жизни населения:

$$f(x,\hat{\theta}) = 16x_2 + 13{,}59x_2 + 1{,}59x_3 + 29{,}8x_4 + 7{,}59x_5 + 16{,}6x_6 + 20{,}2x_7 + 4{,}59x_8 - 15{,}39x_9.$$

На странице «Расчет значений интегрального показателя» выдаются значения интегрального показателя для каждого объекта наблюдения, которые можно импортировать в таблицу Excel (рисунок 12).

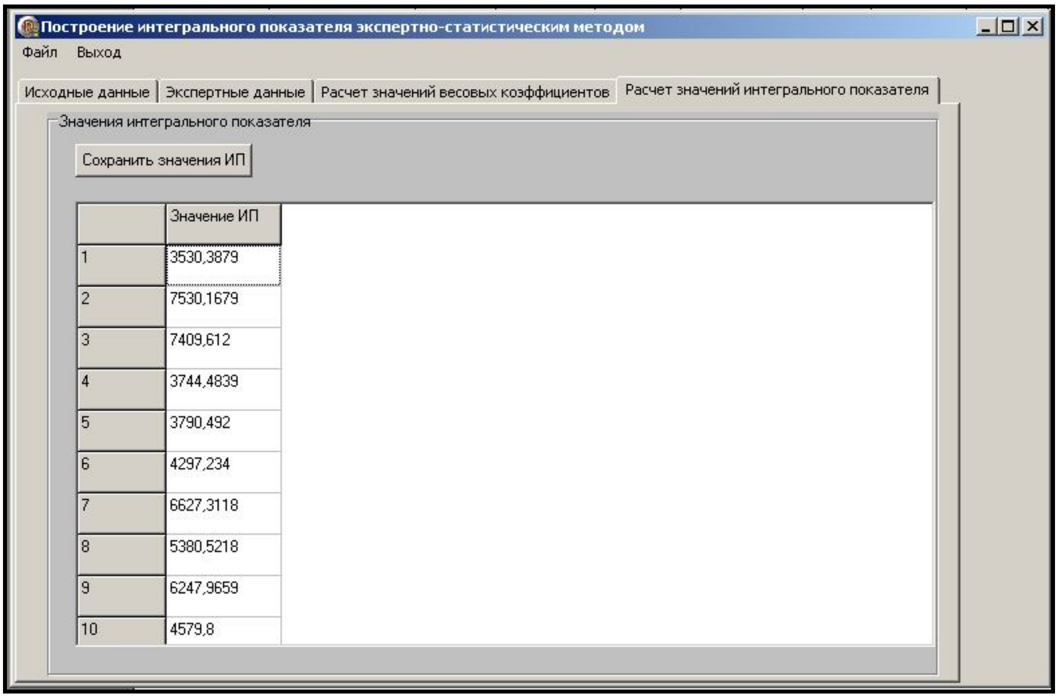


Рисунок 12 – Значения интегрального показателя

Результаты ранжирования стран по убыванию значения интегрального показателя уровня жизни населения, построенного экспертно-статистическим методом, представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты ранжирования стран по убыванию значения интегрального показателя уровня жизни населения, построенного экспертно-статистическим методом

Ранг	Страна	Значение интегрального показателя
1	2	3
1	Италия	8449,48
2	Австралия	7528,47
3	Австрия	7407,52
4	Канада	7292,24
5	Германия	7171,03

Продолжение таблицы 4

1	2	3
6	Дания	6824,58
7	Бельгия	6625,61
8	Ирландия	6462,05
9	Греция	6267,99
10	Великобритания	6246,51
11	Испания	6022,79
12	Болгария	5379,57
13	Казахстан	4698,56
14	Венгрия	4578,89
15	Белоруссия	4296,75
16	Грузия	3860,67
17	Армения	3789,83
18	Азербайджан	3743,94
19	Киргизия	3628,26
20	Россия	3530,32

4.3 Построение интегрального показателя, характеризующего уровень жизни населения, на основе модели упорядоченного множественного выбора

Интегральный показатель, характеризующий уровень жизни населения при наличии обучающей информации, возможно осуществить на основе порядковых моделей множественного выбора. В качестве обучающей информации будем использовать полученное ранее разбиение стран на четыре класса с помощью метода к-средних, результаты которого представлены в таблице 2.

Для моделирования латентного показателя, описывающего уровень жизни населения, введем в рассмотрение переменную, значения которой формируются экспертно на основе полученной классификации стран:

$$y_i = \begin{cases} 1, & \text{если объеты 4 группы} \\ 2, & \text{если объеты 3 группы} \\ 3, & \text{если объеты 2 группы} \\ 4, & \text{если объекты 1 группы} \end{cases}.$$

Для построения моделей множественного выбора воспользуемся пакетом EViews. Запуск эконометрического пакета **EViews** осуществляется либо через кнопку «Пуск» на панели инструментов и последующего выбора пунктов меню «Программы»/«EViews »/«EViews», либо через ярлык к программе EViews на рабочем столе. После запуска на экране появится стартовое окно пакета, представленное на рисунке 13.

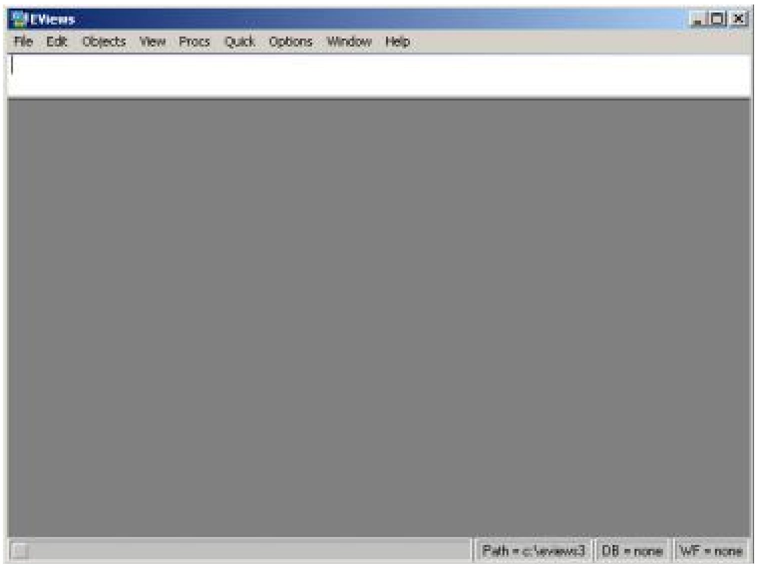


Рисунок 13 - Стартовое окно пакета EViews

Описание рабочего файла, импорт/экспорт статистических данных и другие моменты работы в ППП EViews содержится в источнике [13]. Мы остановимся подробно на вопросах построения моделей упорядоченного множественного выбора. Для чтения данных, созданных в других программах, необходимо выбрать в рабочем файле EViews опцию **Procs/Import/Read Text-Lotus-Excel…**. После выполнения указанных команд на экране появится окно, содержащие исходные статистические данные (рисунок 14).

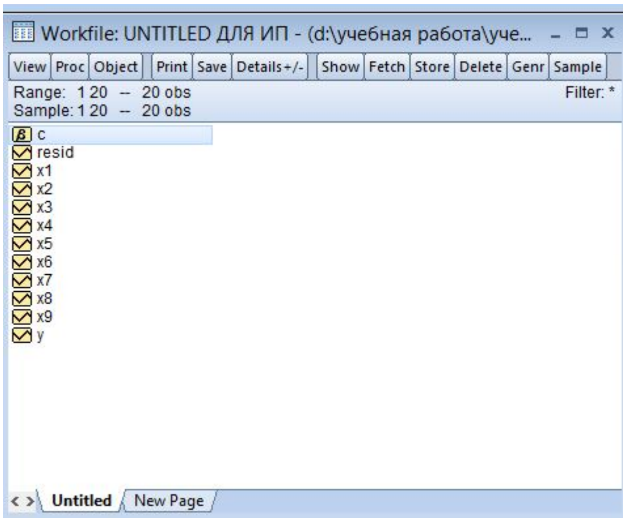


Рисунок 14 – Рабочий файл с исходными данными

После того, как исходные данные перенесены в рабочую область пакета (появились имена переменных), необходимо провести проверку их правильности. Для просмотра значений каждой переменной требуется два раза «кликнуть» мышью по имени переменной. В окне откроется столбец со значениями выбранной переменной.

Запуск модуля для построения модели упорядоченного множественного выбора осуществляется с помощью пункта меню **Quick/Estimate Equation** (рисунок 15). В появившемся окне необходимо указать зависимую (y) и объясняющие переменные $(x_1, x_2, ..., x_9)$, а также выбрать метод оценки параметров модели **Ordered Choice** (рисунок 15). Кроме того, у исследователя имеется возможность выбора вида модели: логит (**Logistic**) или пробит (**Normal**) модели.

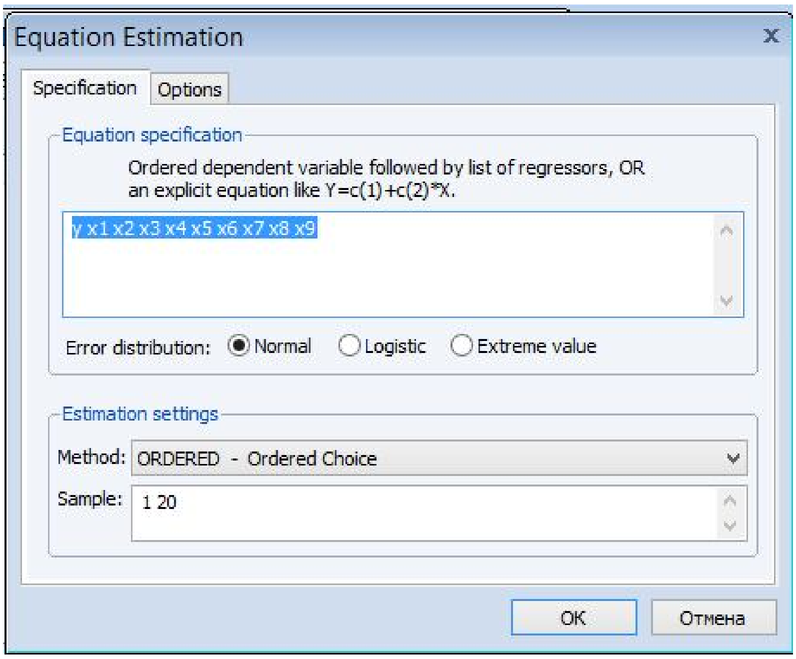


Рисунок 15 – Выбор метода для оценки параметров модели множественного выбора

После нажатия на кнопку **OK** появится окно с результатами оценивания, в данном случае оценка коэффициентов пробит модели (рисунок 16)

Equation: UNTITLED Workfile: UNTITLED ДЛЯ ИП::U...

View | Proc | Object | Print | Name | Freeze | Estimate | Forecast | Stats | Resids

Dependent Variable: Y
Method: ML - Ordered Probit (Quadratic hill climbing)
Date: 02/11/15 Time: 07:26
Sample: 1 20
Included observations: 20
Number of ordered indicator values: 4
Convergence achieved after 6 iterations
Covariance matrix computed using second derivatives

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
X6	4.912746	1.349883	3.639386	0.0003
Limit Points				
LIMIT_2:C(2)	-0.070291	0.476832	-0.147412	0.8828
LIMIT_3:C(3)	1.954385	0.726029	2.691882	0.0071
LIMIT_4:C(4)	3.489772	0.907179	3.846838	0.0001

Pseudo R-squared	0.369814	Akaike info criterion	2.105945
Schwarz criterion	2.305091	Log likelihood	-17.05945
Hannan-Quinn criter.	2.144820	Restr. log likelihood	-27.07051
LR statistic	20.02212	Avg. log likelihood	-0.852972
Prob(LR statistic)	0.000008		

the generalized residuals | Path = c:\users\1\documei

Рисунок 16 – Результаты оценки коэффициентов пробит-модели

Значение статистики теста отношения правдоподобия LR = 20.02 и соответствующее значение достигаемого уровня значимости 0.000008 говорят о том, что модель в целом значима и предпочтительнее модели только с константой. Оценка псевдо коэффициента детерминации составила 0,369. Значимым оказался только коэффициент при переменной «обеспеченность врачами». Таким образом, оценка пробит-модели имеет вид:

$$\hat{y}_i^* = \underset{(1,35)}{4,91}\tilde{x}_i^{(6)}, \quad i = \overline{1,20}$$

$$y_i = \begin{cases} 1, & если \quad y_i^* \le -0,07; \\ 2, & если \quad -0,07 < y_i^* \le 1,95; \\ 3, & если \quad 1,95 < y_i^* \le 3,49; \\ 4, & если \quad y_i^* > 3,49 \end{cases}. \tag{23}$$

В рамках логит-модели не удалось построить значимой модели.

Для получения значений интегрального показателя, то есть нахождения модельных значений вида (16) и вероятностей отнесения объектов к той или иной однородной группе, необходимо в окне результатов оценки (рисунок 16) осуществить выбор команд **Proc/Make Model** (рисунок 17).

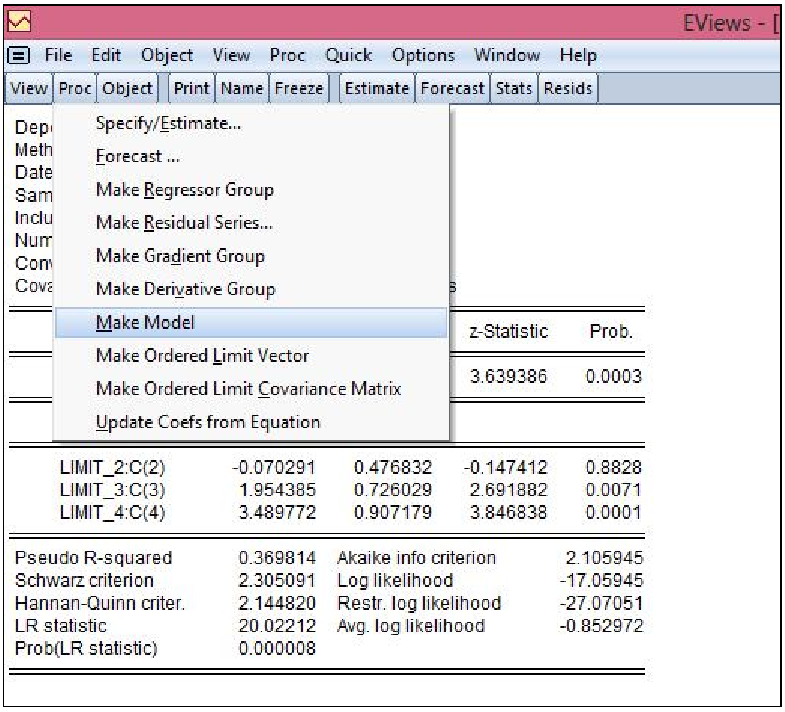


Рисунок 17 – Вычисление вероятностей отнесения объектов к однородной группе

После реализации описанных команд в рабочем окне появятся новые переменные, содержащие необходимую информацию (рисунок 18). Так переменная ***i_y_0*** содержит модельные значения, ***y_1_0*** – вероятности отнесения к первой группе, ***y_2_0*** – вероятности отнесения ко второй группе, ***y_3_0*** – вероятности отнесения к третьей группе, ***y_4_0*** – вероятности отнесения к четвертой группе.

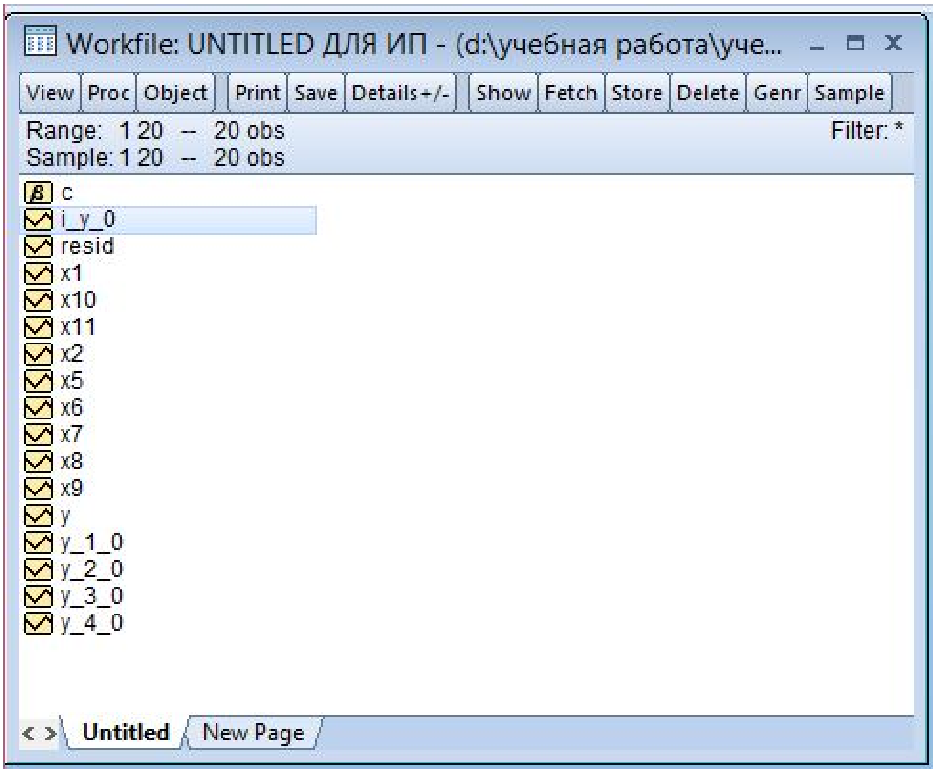


Рисунок 18 – Рабочее окно с данными

Если необходимо просмотреть данные в виде матрицы, то для этого потребуется создать новую группу, содержащую все переменные. Это осуществляется следующим образом: выделяются переменные, входящие в группу, используя клавишу **CTRL**; подводится курсор мыши на выделенную область и нажимается правая кнопка мыши. После выбора **Open/as Group** (открыть в одной группе) пакет создаст группу с именем **UNTITLED**, в которую войдут все выделенные переменные. По умолчанию, данные будут представлены в виде электронной таблицы, которую можно скопировать в Excel (таблица 5).

Таблица 5 – Результаты ранжирования стран мира по убыванию значения интегрального показателя уровня жизни, построенного на основе модели упорядоченного множественного выбора

Ранг	Страны	Значение интегрального показателя ($\hat{y}$)	Вероятность отнесения объекта к j -му классу			
			к 1 классу	к 2 классу	к 3 классу	к 4 классу
1	Канада	4,912746	$3,13 \cdot 10^{-7}$	0,001546	0,075826	0,922628
2	Австрия	4,210925	$9,29 \cdot 10^{-6}$	0,012009	0,223389	0,764592
3	Германия	3,789833	$5,67 \cdot 10^{-5}$	0,033163	0,348846	0,617935
4	Австралия	3,719651	$7,53 \cdot 10^{-5}$	0,038684	0,370334	0,590907
5	Италия	3,719651	$7,53 \cdot 10^{-5}$	0,038684	0,370334	0,590907
6	Бельгия	3,579287	0,000131	0,051960	0,412245	0,535663
7	Испания	2,877466	0,001600	0,176382	0,551850	0,270167
8	Великобритания	2,737102	0,002497	0,214400	0,557279	0,225824
9	Дания	2,456373	0,005758	0,302080	0,541454	0,150709
10	Ирландия	2,456373	0,005758	0,302080	0,541454	0,150709
11	Венгрия	1,965099	0,020906	0,474820	0,440604	0,063670
12	Греция	1,754552	0,034012	0,545182	0,379455	0,041351
13	Белоруссия	1,544006	0,053232	0,606005	0,314923	0,025841
14	Болгария	1,544006	0,053232	0,606005	0,314923	0,025841
15	Грузия	0,210546	0,389418	0,569989	0,040073	0,000520
16	Киргизия	0,140364	0,416578	0,548585	0,034432	0,000405
17	Азербайджан	0,070182	0,444143	0,526088	0,029455	0,000314
18	Казахстан	0,070182	0,444143	0,526088	0,029455	0,000314
19	Россия	0,000000	0,471981	0,502691	0,025086	0,000242
20	Армения	0,000000	0,471981	0,502691	0,025086	0,000242

Сравнительно более высокий уровень жизни населения наблюдается в европейских странах: Канада, Австралия, Германия, Австрия, а в пятерку стран, характеризующихся сравнительно низким уровнем жизни населения вошли Россия, Азербайджан, Армения и Казахстан.

По значению коэффициента конкордации $\hat{W}(3) = 0{,}998$ можно сделать выводы о хорошей согласованности результатов ранжирования стран по значениям интегрального показателя уровня жизни населения, полученным методом главных компонент, экспертно-статистическим методом и на основе модели множественного выбора

4.4 Содержание письменного отчета

Отчет должен быть оформлен на листах А4 с титульным листом, оформленным соответствующим образом и содержать следующее:

1) постановку задачи с вариантом выборок;
2) краткое изложение теории по методам построения интегрального показателя;
3) результаты компьютерной обработки данных;
4) анализ полученных результатов;
5) выводы по полученным результатам.

4.5 Вопросы к защите лабораторной работы

1) Сформулируйте общую постановку задачи лабораторной работы.
2) Обоснуйте выбор метода (методов) для построения сводного (интегрального) показателя.
3) Сформулируйте постановку задачи для построения сводного (интегрального) показателя методом главных компонент.
4) Обоснуйте выбор унифицирующего преобразования для каждого показателя.
5) Прокомментируйте работоспособность первой главной компоненты.
6) Сформулируйте и обоснуйте название интегрального показателя. построенного методом главных компонент.
7) Охарактеризуйте ранжировку муниципальных образований, по значениям интегрального показателя, построенного методом главных компонент.
8) Сформулируйте постановку задачи для построения сводного (интегрального) показателя экспертно-статистическим методом.
9) Что представляет собой статистическая и экспертная часть исходных данных лабораторной работы?
10) Каким образом была сформирована экспертная часть данных?

11) Приведите фрагмент булевой матрица парных сравнений муниципальных образований по результатам классификации?

12) Охарактеризуйте ранжировку муниципальных образований, по значениям интегрального показателя, построенного экспертно-статистическим методом.

13) Сформулируйте постановку задачи для построения сводного (интегрального) показателя на основе модели множественного выбора.

14) Охарактеризуйте адекватность построенной модели, значимость ее коэффициентов и пороговых значений.

15) Охарактеризуйте ранжировку муниципальных образований, по значениям интегрального показателя на основе модели множественного выбора.

16) Какое программное обеспечение использовалось для решения задач?

17) Что можно сказать о согласованности ранжировок муниципальных образований по значениям интегрального показателя, построенного разными методами?

4.6 Вопросы и задания, выносимые на практические занятия

1. Обоснуйте необходимость построение сводного (интегрального) показателя. Приведите примеры.
2. Что такое априорный перечень частных критериев интегрального свойства?
3. Опишите процедуру перехода от априорного набора частных критериев интегрального свойства к апостериорному набору.
4. Охарактеризуйте процедуру унификации частных критериев.
5. Перечислите и охарактеризуйте непараметрические статистические методы построения интегрального показателя, укажите их недостатки.
6. Сформулируйте общую постановку задачи построения сводного (интегрального) показателя.

7. В каком случае возможно построение интегрального показателя на основе метода главных компонент? Опишите алгоритм построения интегрального показателя на основе первой главной компоненты.

8. Опишите известные Вам подходы к формированию названий латентных показателей, построенных методом главных компонент.

9. В каком случае возможно построение интегрального показателя экспертно-статистическим методом? Опишите алгоритм построения интегрального показателя экспертно-статистическим методом.

10. Охарактеризуйте различные формы представления экспертной части исходных данных.

11. Сформулируйте алгоритм построения сводного (интегрального) показателя при наличии экспертной информации в виде бальных оценок выходного качества.

12. Сформулируйте алгоритм построения сводного (интегрального) показателя при наличии экспертной информации в виде упорядочений объектов по степени проявления в них анализируемого свойства.

13. Сформулируйте алгоритм построения сводного (интегрального) показателя при наличии экспертной информации в форме булевой матрицы парных сравнений объектов.

14. Каким образом можно осуществить ранжирование объектов по латентной категории в ситуации неработоспособности первой главной компоненты и полного отсутствия какого-либо экспертного «обучения»?

15. Опишите алгоритм построения интегрального показателя на основе моделей множественного (бинарного) выбора.

16. Каким образом можно проверить согласованность ранжировок по значениям интегрального показателя, построенного различными методами?

17. Каким образом можно осуществить анализ динамики рейтинговых позиций объектов?

Список использованных источников

1 Айвазян С. А. Прикладная статистика. Основа эконометрики: в 2 т.: учеб. для вузов /С.А. Айвазян, В.С. Мхитарян. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 432с.

2 Айвазян С. А. К методологии измерения синтетических категорий качества жизни населения / С.А. Айвазян // Экономика и математические методы. – 2003. – Т.39. №2. – С.33 – 53.

3 Айвазян С.А. Эконометрическое моделирование: учебное пособие – Выпуск 4: Межстрановой анализ интегральных характеристик категории качества жизни населения / С. А. Айвазян.– М.: МЭСИ, 2002. – 63 с.

4 Айвазян С.А. Эмпирический анализ синтетических категорий качества жизни населения / С.А. Айвазян // Экономика и математические методы. – 2003. – Т. 39. № 3. – С. 19 –53.

5 Анализ и моделирование демографических и миграционных процессов в контексте национальной безопасности (региональный аспект)/ В.П. Ковалевский, О.В. Буреш, А.Г. Реннер, О.И. Бантикова, В.И. Васянина. Под редакцией А.Г. Реннера - Самара: Изд-во СамНЦ РАН, 2009. - 226с.

6 Линейная модель множественной регрессии в пакете GRETL [Электронный ресурс]: метод. указания к лаб. практикуму и самостоят. работе студентов / Е. Н. Седова, О. С. Чудинова. - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2010.

7 Математические методы моделирования социально-экономических процессов (региональный аспект) / А.Г. Реннер [и др.]. – Самара: Изд-во СамНЦ РАН., 2008. – 182 с.

8 Математическое моделирование: исследование социальных, экономических и экологических процессов (региональный аспект)/ О.И. Бантикова, В.И. Васянина, Ю.А. Жемчужникова, А.Г. Реннер, Е.Н. Седова, О.И. Стебунова, Л.М. Туктамышева, О.С. Чудинова. Под ред. А.Г. Реннера – Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2014. – 367с.

9 Методы кластерного анализа. Классификация без обучения (непараметрический случай) [Электронный ресурс] : метод. указания к лаб.

практикуму, курсовой работе, дипломному проектированию и самостоят. работе студентов специальности 080116.65, направлений подготовки 231300.62, 080500.62 / О. И. Бантикова, Е. Н. Седова, О. С. Чудинова. - Оренбург: ОГУ, 2011.

10 Реннер. А.Г. Построение интегрального показателя эффективности функционирования (качества) экономического объекта /А.Г. Реннер, О.С. Бравичева // Проблемы теории и практики статистики: Сборник научных трудов ОГАУ. – Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2002. – 420 с.

11 Снижение размерности признакового пространства методом главных компонент в пакетах Statistica, Stata, Excel: методические указания к лабораторным работам, практическим занятиям и самостоятельной работе студентов / А.Г. Реннер, О.С. Чудинова; Оренбургский гос. ун-т.– Оренбург: ОГУ. 2013.

12 Реннер А.Г. К вопросу о ранжировании объектов исследования по изучаемому латентному показателю /А.Г. Реннер, О.И. Стебунова// Вестник ОГУ. – 2014. - №14 – С.447-452.

13 Бравичева О.С.. Стебунова О.И. Эконометрическое моделирование в пакете Views: методические указания к лабораторному практикуму и самостоятельной работе студентов/ О.С. Бравичева, О.И. Стебунова. – Оренбург: ГОУ ОГУ. 2005. – 33 с.

Приложение А
(обязательное)

Исходные данные для выполнения лабораторной работы

Таблица А.1 – Перечень социально-экономических показателей, характеризующих города и районы Оренбургской области

X1	удельный вес население в трудостпособном возрасте (%)
X2	удельный вес население старше трудостпособного возраста (%)
X3	доля женщин в общей численности (%)
X4	средний возраст (лет)
X5	общий коэффициент рождаемости (на 1000 человек)
X6	общий коэффициент смертности (на 1000 человек)
X7	коэффициент младенческой смертности (на 1000 человек)
X8	смертность от инфаркта (на 1000 человек)
X9	смертность от новообразований (на 1000 человек)
X10	смертность от отравлений алкоголем (на 1000 человек)
X11	смертность от самоубийств (на 1000 человек)
X12	смертность от убийств (на 1000 человек)
X13	обеспеченность населения врачами (на 10000 человек)
X14	общая заболеваемость (на 1000 человек)
X15	врожденные аномалии (на 1000 человек)
X16	травмы и отравления (на 1000 человек)
X17	уровень брачности населения (на 1000 человек)
X18	уровень разводимости населения (на 1000 человек)
X19	коэффициент миграционного прироста (на 1000 человек)
X20	среднемесячная номинальная начисленная заработная плата (руб.)
X21	число пострадавших с утратой трудоспособности (на 1000 человек)
X22	средний размер пенсий (руб.)
X23	площадь жилищ. приходящаяся в среднем на одного жителя (кв.м.)
X24	благоустройство жилищного фонда газом (%)
X25	благоустройство жилищного фонда отоплением (%)
X26	благоустройство жилищного фонда водопродом (%)
X27	число официально зарегистрированных безработных (на 1000 человек)
X28	охват детей дошкольными учреждениями (%)
X29	число дневных общеобразовательных учреждений
X30	удельный вес учащихся. занимающихся во II или III смену (%)
X31	инвестиции в основной капитал на душу населения (рублей)
X32	инвестиции. направленные в жилищное строительство
X33	удельный вес организаций. использующих электронную почту (%)
X34	удельный вес организаций. использующих сеть Интернет (%)

Продолжение таблицы А.1

X35	удельный вес организаций. имеющих веб-сайт (%)
X36	затраты на информационные и коммуникационные технологии (тыс.руб.)
X37	число учреждений культурно-досугового типа
X38	число общедоступных библиотек
X39	выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников (тысяч тонн/ $км^2$))
X40	использование свежей воды (млн.куб.м.)
X41	число предприятий обрабатывающего производства
X42	число предприятий строительства
X43	число предприятий оптовой и розничной торговли
X44	наличие телефонных аппаратов
X46	ввод в действие жилых домов
X46	оборот розничной торговли (руб.)
X47	оборот общественного питания (тыс.руб.)
X48	объем платных услуг на душу населения (рублей)

Таблица А.2 – Значения социально-экономических показателей, характеризующих города и районы Оренбургской области за 2008 год

Наименование района/города	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16
Абдулинский	53,69	30,93	53,7	44,1	8,5	20,8	19,8	93,1	245,4	0	42,3	33,9	30	780,4	0,3	58,5
Адамовский	62,31	16,29	52,8	35,3	14,1	12,4	14,3	23,4	144	16,7	63,6	16,7	16,5	942,6	2,3	93
Акбулакский	62,71	16,74	50,5	35,6	15,5	11,9	4,5	23,6	175	26,9	43,7	16,8	21,9	625,8	0,5	39,8
Александровский	61,69	19,82	52	38	12,3	13,6	4,2	46,7	233,6	10,4	41,5	10,4	27	614,3	3,8	55
Асекеевский	59,44	23,32	52,3	42,2	12,5	17,2	3,5	44	184,9	13,2	79,3	26,4	20,9	905,5	1,7	63,5
Беляевский	61,76	19,21	51,9	37,6	14	14,7	7,4	25,8	211,7	10,3	36,1	15,5	23,7	733,3	0,9	50,8
Бугурусланский	60,42	22,54	52,9	39,4	13,5	19,4	6,7	27,3	213,5	36,3	45,4	36,3	19,2	626,1	0,7	62
Бузулукский	59,12	23,24	53,3	39,6	15,3	18,6	11,9	50,8	200,2	38,8	38,8	29,9	25,7	562,1	1,2	43,4
Гайский	59,43	20,59	53,1	38	15,8	17,7	23	9,1	145,9	27,4	91,2	27,4	33,2	918,9	5,4	75,3
Грачевский	60,03	22,17	52,7	39,9	13,1	15,2	5,1	47,2	195,6	47,2	40,5	6,7	28,6	835,3	1,3	70,4
Домбаровский	62,36	15,47	52,2	34,7	15,7	11,7	20,3	37,5	176,6	5,4	80,3	21,4	27,3	615,3	0,3	51,4
Илекский	59,89	21,06	52	38	15,1	15,9	2,3	59,4	216,7	28	59,4	14	23,8	1053,8	6,7	80,6
Кваркенский	60,41	19,20	52,2	37,4	14,5	16,7	19,7	56,9	241,9	23,7	56,9	19	19,1	860,7	0,1	105,3
Красногвардейский	60,37	19,17	52,1	37,4	15,2	13	2,8	21,6	155,6	8,6	51,9	13	27,3	728,7	1,6	58,2
Кувандыкский	58,77	21,23	52,6	38,2	14,7	15,9	3	66,6	191	4,4	66,6	8,9	28,4	873,2	4,3	53,2
Курманаевский	60,63	22,93	52,6	40,3	13	18,2	7,8	45,4	141,2	50,4	15,1	5	26,9	771,7	1,1	45,8
Матвеевский	58,95	23,67	53,1	40,4	10,4	17,5	0	48,3	262,4	13,8	82,9	13,8	23	849,4	1,6	38,3
Новоорский	61,11	19,27	53,2	37,2	14,6	16	8,6	63	198,4	9,5	103,9	28,3	27,5	558,3	0,3	48,9
Новосергиевский	59,47	21,70	52,9	38,6	14,3	19	11,4	75,9	233,2	21,7	54,2	35,3	25,5	689,1	4	81,2
Октябрьский	61,05	21,49	51,7	38,9	13,7	15,3	3,3	31,4	215	-	44,8	13,4	34,4	769,9	5,2	73,3
Оренбургский	64,18	17,94	52	36,8	13	11,4	7,3	33,4	168,5	12	45,5	9,4	39,8	806,9	2	76,2
Первомайский	62,17	16,11	51,6	35,5	16,8	11,8	12	35	136,5	14	63	10,5	22,1	1050,1	4,1	97,4
Переволоцкий	60,66	21,05	52,7	38,4	13,6	13	5,7	54	192,2	10,1	30,4	33,7	22,9	794,3	0,3	58,3
Пономаревский	58,45	25,70	53,1	41,5	10,4	17,5	23,2	48,1	210,4	6	54,1	12	27,8	672,2	0,7	64,4
Сакмарский	63,12	19,13	52,6	37,7	12,6	13,7	9,8	36,2	157,9	16,5	59,2	16,5	26,3	845,9	1,6	86,9
Саракташский	59,88	22,16	53	38,8	13,8	15,9	11,8	46	195,6	16,1	64,4	25,3	27,1	1058,6	1,7	88,4
Светлинский	61,71	17,88	52,7	36,5	12,9	14,2	9,2	53,4	255	5,9	65,2	11,9	23,3	676	0,6	33,1

Продолжение таблицы А.2

Наименование района/города	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16
Северный	59,67	23,77	52,2	40,7	9,8	19,6	0	46,8	117	5,9	41	17,6	26,6	884	3	98
Соль-Илецкий	60,62	17,46	50,9	35,8	17,6	14,6	8,6	21,9	178,6	7,3	51	21,9	22,1	629,6	1,5	57,9
Сорочинский	57,23	23,30	52,8	39,2	14,8	19	19,2	39,2	137,3	0	78,5	13,1	30,4	852,6	1,9	98,9
Ташлинский	61,73	18,07	52,3	36,7	13,6	12,5	8,3	26,2	194,7	26,2	52,4	15	27,7	1024,2	7,2	71,8
Тоцкий	73,38	13,47	42,8	32,9	12	10,6	6,2	24,9	116,8	0	17,4	14,9	16,9	889,6	1,6	31,1
Тюльганский	62,51	19,45	52,6	38,1	12,7	14,2	3,4	25,6	213	12,8	55,4	12,8	23	1022,1	1,8	111
Шарлыкский	58,25	25,59	53,1	41,2	11,9	16,2	20,9	24,4	263	19,5	34,1	0	29,3	677,6	2,8	65,7
Ясненский	59,93	15,74	51,4	34,9	18,6	14,4	0	15,1	181,5	0	90,8	30,3	20	986,3	12,5	87,4
г.Абдулино	62,02	20,10	54,5	38,5	13,40	16,9	14,9	52,8	182,3	14,4	76,8	4,8	50,3	837,3	3,3	99,5
г.Бугуруслан	63,69	20,65	55,1	38,4	11,90	15,5	9,6	44	240,8	9,6	17,2	15,3	44,2	905,8	2,8	75,2
г.Бузулук	66,06	18,87	55	37,1	11,40	14,7	10,9	32,6	212,2	25,8	22,5	19,1	43,2	887,8	2	143,9
г.Гай	63,08	20,36	54,5	38,6	11,80	14,6	10,5	42,7	211,2	12,6	37,7	12,6	36,7	842,3	2,9	103,4
г.Кувандык	62,41	21,16	54,4	39,2	11,80	16,6	9	35,4	255,2	0	56,7	17,7	38,4	834,1	2,4	111,7
г.Медногорск	60,28	24,62	55,4	40,7	11,10	18,1	19,8	63,8	275,3	3,4	53,7	10,1	34,8	745,9	1,3	65,4
г.Новотроицк	64,41	20,57	52,7	38,8	10,70	16,5	8,6	53,1	229	33,4	44,2	27,5	38,4	979,3	7,7	123,5
г.Оренбург	65,61	19,21	54,4	37,9	11,90	12,6	6,1	81,5	212,2	19,2	23,8	14,5	104,5	838	8,6	143,9
г.Орск	63,04	20,93	55,8	38,3	12,10	16,7	8,6	43,6	224,6	32,6	44,4	30,2	37,6	665,5	1	104,6
г.Соль-Илецк	63,34	17,03	51,2	36,6	15,90	11,8	4,8	30,3	189,1	11,3	30,3	26,5	45,1	746,1	3,1	107,9
г.Сорочинск	62,90	19,09	53,4	37,8	14,60	14,7	1,7	27,4	201,9	17,1	37,6	17,1	43,6	792,1	3,4	109,5
г.Ясный	69,10	12,00	49,9	33,4	15,10	10,3	2,5	53,8	150	3,8	61,5	15,4	44,3	825,3	2,8	112,4

Продолжение таблицы А.2

Наименование района/города	X17	X18	X19	X20	X21	X22	X23	X24	X25	X26	X27	X28	X29	X30	X31	X32
Абдулинский	5,7	0,2	-22	6844	2,4	3533	24,9	100	63,7	69	25	7	26	0,8	15626	4559,3
Адамовский	7,7	3,6	-9,6	8102	1,4	3643	19,9	98,6	97,8	180	69,6	41,1	33	9,2	23410	5265,6
Акбулакский	6,8	3,9	-3,4	6897	3,1	3725	17,4	95,4	66,4	224	37,8	37,4	42	4,1	9855	2853,3
Александровский	6,9	4,2	-2,3	7933	2,5	3882	18,9	100	100	116	94,2	34,6	38	7,4	4881	1033,6
Асекеевский	7,7	4,1	-11	6601	0,8	3883	20,4	93,9	94,3	172	37,3	38,3	40	7,1	15466	4415,8
Беляевский	7	4,2	1,7	7600	9,3	3713	18,4	97,9	99,9	163	57	44,7	29	2,7	12186	3576,2
Бугурусланский	8,8	5,2	-8,1	8359	0,9	3845	20,9	97,7	98,9	104	32,2	20	33	2,7	7621	1955,9
Бузулукский	11,1	5,6	2,8	8846	0,4	3962	20,2	97,8	82,3	142	44,6	30,1	38	0,4	9143	3129,6
Гайский	5,8	4,9	-16	10441	0	3763	21,4	98,5	91,9	77	36,3	43,3	28	5,2	28919	4539
Грачевский	8,2	5,2	-15,6	9173	0,5	4029	23,2	100	100	61	61,9	44	18	0	14864	4148,9
Домбаровский	8,5	5,1	-8,2	9890	1,5	3601	20,6	98,7	100	69	36,7	53,5	18	17,8	7589	2824,3
Илекский	7,8	4,3	1,3	7422	2,9	3836	18,9	97,3	97,6	187	65	28,4	23	7,9	13617	3993,6
Кваркенский	7,5	3,5	-15,4	7024	3,1	3669	20,2	97,2	49,4	219	77,1	38,4	36	3,6	13341	2613,9
Красногвардейский	8,3	4,2	-6,9	8905	0	3896	21,3	99,1	93,4	122	91,2	37,2	40	2,8	15138	4475
Кувандыкский	5,9	0,3	-18,3	6481	3,2	3557	18,3	100	99,1	105	61,6	29	44	0	17342	6072,6
Курманаевский	8,3	6,3	-5,6	9907	1,6	4042	22	99,2	97,1	115	44,4	52,3	24	0	9813	3164,7
Матвеевский	6,8	3,2	-8,6	8154	0,8	3918	21,5	99,6	99,6	128	62,4	45,2	19	0	6909	2934,5
Новоорский	9,9	5,6	-7	12340	1	3916	25,4	93,2	88,8	72	61,6	66,5	21	3,6	54648	6977,6
Новосергиевский	8,8	4,4	1,8	9065	2,9	3843	21,9	99,9	97,6	102	64	30,6	58	9,1	13043	4275,5
Октябрьский	7,7	3,9	8,6	9239	4,1	3968	22,3	98,2	99,2	137	70,9	33,3	25	5,7	15905	6648,2
Оренбургский	9,1	4,1	20,1	18439	1,9	3939	20,4	98,2	59	165	75,2	55,8	52	8,8	86533	16552,1
Первомайский	7,9	4,2	-9	9467	2,1	3698	18,3	99,1	97,5	196	59,9	53,2	49	2	16027	3837,1
Переволоцкий	10,3	2,9	2,7	7516	3,4	3947	19,9	99	96,2	170	71,6	39,9	38	11,4	7208	1630,9
Пономаревский	6,9	4,2	-2,9	8703	1	3930	23,3	99,4	90,9	206	41,3	43,2	18	18,2	10831	5551
Сакмарский	7,7	4,2	2,3	9007	3,5	3920	19,2	100	93,5	107	69,3	34,9	19	12,7	34435	6311
Саракташский	9,2	4,8	8,2	7889	3,3	3926	18,6	94,2	100	75	49,6	45,1	44	17,9	17738	6073,3
Светлинский	6,6	5,4	-12,8	9575	1,8	3868	21,4	98,9	99,8	131	80,8	41,3	12	15,4	6122	0

Продолжение таблицы А.2

Наименование района/города	Х17	Х18	Х19	Х20	Х21	Х22	Х23	Х24	Х25	Х26	Х27	Х28	Х29	Х30	Х31	Х32
Северный	6,7	3,6	-6,8	8569	1,8	3896	20,9	97,5	99,8	37	42,3	53,2	31	0	10028	4393
Соль-Илецкий	6,8	0,3	-8,9	6731	1,6	3784	17	96,1	93,7	93	40,5	28,1	37	9,2	4463	493,1
Сорочинский	6,4	4,9	-6,1	7910	9,6	3874	21,9	99	99,3	94	51,1	48,9	26	0	7992	2166,5
Ташлинский	8,1	4,6	0,5	6223	3,1	3821	21,4	100	100	104	49,3	48,4	46	11,4	20077	6295,6
Тоцкий	9	4,9	-4,8	8513	3	3852	18,2	97,4	93,1	214	78,2	48,5	35	12,1	6730	2880,3
Тюльганский	8,2	6	-0,2	7713	3,8	3901	19,9	94,7	89,7	172	76,9	56,1	25	5,7	9785	3083,7
Шарлыкский	7	4,2	-0,7	7900	9	3850	21,2	98,5	95,3	129	47,2	30,2	34	7,7	14754	4949,7
Ясненский	7	0,3	-20,1	10116	1,3	3912	19,1	94	50,3	62	65,9	20,4	12	0	16464	1714,4
г.Абдулино	9,3	6,5	-3,9	11221	2,6	3973	22,3	99,9	99,8	162	51,6	49,7	8	20,8	7473	5016,9
г.Бугуруслан	7,6	5,3	-3,1	12772	1,6	4342	20,9	96,2	62,6	244	61	73	8	13,2	31121	3555,4
г.Бузулук	7,8	5,4	7,8	16348	2,3	4328	20,1	88,3	80,6	332	72	67,9	14	18,7	244895	10262,6
г.Гай	8,9	6	-5,2	14791	2,1	4431	21,4	95,8	99,9	176	95	75,2	9	0	107950	3436,2
г.Кувандык	8,2	8,9	-0,6	9829	2,2	3915	18,8	97,3	100	245	58	67,1	7	10,8	7844	5866,1
г.Медногорск	6,8	4,6	4,3	10516	2,3	4391	22,2	76,5	96,6	210	68,9	55,9	13	14,9	12107	2302,6
г.Новотроицк	8,1	5,1	-2,7	14167	1,3	4504	20,7	97,1	99,4	190	94,1	80	23	7,3	101680	2758,7
г.Оренбург	8,3	5	-3,1	15940	1,8	4409	21,3	90,3	98,8	1627	98,6	69,1	96	14,9	47374	7639,9
г.Орск	7,8	5,3	2,5	12428	3,4	4364	22,2	98,1	99,7	945	83,8	63,4	53	10,6	17891	2791,1
г.Соль-Илецк	9,4	7,8	-8,4	11261	2,2	4005	16,5	94,4	85	227	86,8	59,2	8	30,9	23894	11293,5
г.Сорочинск	9,6	6,7	0,8	12267	4,1	4020	20,6	100	100	221	84,4	69,9	7	48,1	17885	5730,8
г.Ясный	9,6	9,4	-15,4	11366	1	3923	18,6	95,4	100	144	100	85,5	4	6,4	13982	4417,1

Продолжение таблицы А.2

Наименование района/города	X33	X34	X35	X36	X37	X38	X39	X40	X41	X42	X43	X44	X45	X46	X47	X48
Абдулинский	0	0	0	742,3	35	25	0,1	0,3	2	1	5	91,5	268,5	9963	0	1547
Адамовский	74,3	77,1	0	6450,3	31	20	1,4	1,1	12	8	37	154,1	352	14363	18611	4552,6
Акбулакский	68,8	40,6	12,5	5640,7	29	21	0,7	0,8	18	11	35	135,4	80,8	10739	11317	3855,3
Александровский	92,3	61,5	11,5	3487,7	38	27	0,2	0,8	9	4	31	134,4	62,3	16051	17912	3826,7
Асекеевский	72,7	42,4	0	2877,2	43	28	5,3	0,5	12	5	24	156,5	266,3	10774	18464	4633,3
Беляевский	39,3	39,3	3,6	3994,3	28	21	0,1	0,7	8	6	21	136,5	213,1	9898	13844	3768
Бугурусланский	15	35	0	1970,9	36	30	2,1	3,1	4	14	22	92,9	226,3	16142	20018	2914,6
Бузулукский	54,5	15,2	0	1660,7	49	39	6,2	2,6	21	11	29	99,7	192,7	7242	15590	4258,6
Гайский	66,7	66,7	11,1	802,3	29	17	0,2	0,1	6	4	12	83,9	281,4	18897	3674	3871,3
Грачевский	64,3	57,1	3,6	2884	21	17	22,2	0,6	10	3	27	193,7	250,2	10971	14515	5850,7
Домбаровский	77,3	68,2	4,5	3483,5	21	17	7,9	0,9	12	11	31	133	180,1	12878	12650	4147,5
Илекский	62,1	44,8	10,3	3988,8	19	21	0	1,5	7	8	20	113,7	240,8	11408	17097	3966,6
Кваркенский	63	66,7	7,4	4991	29	21	5,9	1	3	6	21	167,6	163,4	9976	7053	3827,6
Красногвардейский	85,7	78,6	17,9	5349,1	43	34	74,4	2,6	14	9	20	151,2	269,8	13421	37536	4147,3
Кувандыкский	42,9	9,5	0	844,4	34	31	5,8	0,4	9	2	6	107,9	207,4	4331	1799	1779,1
Курманаевский	88,9	74,1	3,7	6775,2	33	27	22,8	1	11	4	28	154,4	181,2	9815	47800	4109,8
Матвеевский	53,8	53,8	7,7	2470,1	29	21	1,5	0,5	2	4	11	130,6	177	17208	16519	3143,4
Новоорский	68	64	16	46652,3	21	18	8,4	1550,5	27	21	53	157	521,1	19332	57697	8751,2
Новосергиевский	65,9	56,8	9,1	9457,3	52	33	38,4	3,4	22	14	60	146,5	253,2	28028	61786	4933,5
Октябрьский	70	46,7	6,7	9137,2	26	23	4,3	1,1	18	8	24	161,1	474,6	14967	24317	5179
Оренбургский	82,1	85,1	23,9	53979,9	40	36	8,1	8	170	317	559	88	924,2	28298	237451	16947
Первомайский	77,4	90,3	6,5	3616	38	30	17,1	3,3	16	27	26	107,8	231,4	13062	46358	3915,4
Переволоцкий	43,2	64,9	10,8	7944,5	34	27	93,9	2,9	16	13	48	132,2	98,4	14311	58780	4625,6
Пономаревский	41,4	51,7	3,4	3265	24	22	11	2,3	6	10	14	150,5	334,8	21257	25774	3684,3
Сакмарский	81,3	62,5	6,3	3605,3	18	20	2,5	2,4	18	25	58	106,3	380,6	13571	25973	4535
Саракташский	93,8	66,7	8,3	5959	48	35	7,6	1	30	20	57	147,5	370,5	14311	32759	5720,4
Светлинский	82,6	52,2	13	3998,2	12	11	0,6	2,6	16	7	24	192,6	145,4	17574	4240	6631,4

Продолжение таблицы А.2

Наименование района/города	X33	X34	X35	X36	X37	X38	X39	X40	X41	X42	X43	X44	X45	X46	X47	X48
Северный	48,4	41,9	6,5	2866	35	30	5,2	0,4	21	5	22	191	263,2	18705	6904	4767,7
Соль-Илецкий	13	13	4,3	1181,7	35	29	0	0,5	7	3	14	85,5	23,2	18555	6192	1397,2
Сорочинский	15,8	52,6	0	635,5	32	24	13,6	4,2	4	1	0	108,8	130,7	7341	20041	2282,4
Ташлинский	50	56,3	6,3	3715,9	41	28	7,6	1,5	11	11	30	129,5	379,7	14708	10499	4025,5
Тоцкий	88,9	41,7	5,6	4824,2	34	25	1,4	3,1	21	14	43	126,8	173,7	14467	49467	4323,4
Тюльганский	47,1	58,8	5,9	4901,9	22	22	0,1	0,9	19	5	30	167,1	185,5	14599	14065	5728,7
Шарлыкский	36,7	36,7	6,7	3438,9	35	29	3,3	0,5	9	14	23	190,8	269,1	20166	10140	3820
Ясненский	36,4	18,2	0	238,3	18	10	1	0,3	2	1	3	146,4	27,6	6757	1976	3707,2
г.Абдулино	84,6	80,8	7,7	9089,6	1	4	0,2	0,8	37	18	51	213,3	302,5	39047	41094	8441,5
г.Бугуруслан	94	90	16	62468	3	10	0,3	4,2	71	68	220	262,4	359,5	29235	91612	11370,2
г.Бузулук	92	88	25,3	178888,6	3	10	4,3	9,9	135	130	432	246,8	385,9	35606	179393	16549,6
г.Гай	90,3	80,6	22,6	30749,5	2	4	1,2	14,9	62	20	100	291,1	362,1	27158	104235	13356,9
г.Кувандык	75	75	50	7366,9	1	7	1,1	3,1	32	18	61	254,3	353,8	27173	49716	12733,9
г.Медногорск	88,9	83,3	33,3	14655,8	7	12	47,8	5,1	44	24	49	213	108,8	22986	17350	9440,7
г.Новотроицк	83,7	91,8	24,5	112232,3	8	11	87,3	35,2	150	195	287	282,4	151	34918	435156	14288,5
г.Оренбург	90,8	91,4	44,1	1510639,5	14	32	54,5	79,7	1327	1995	4714	274,7	600	158053	4773575	23086,9
г.Орск	93,2	85,6	23,7	169540,4	12	15	155,9	45,8	399	439	1203	243,9	206	50514	470875	15718,9
г.Соль-Илецк	85,2	92,6	11,1	12219,6	8	6	0,3	1,4	22	28	89	187,3	549,8	39541	34899	11761,7
г.Сорочинск	92	92	20	12701,8	2	5	1,2	1,2	25	19	61	155,2	469,2	29225	64294	15597,3
г.Ясный	76,9	73,1	23,1	12468,1	3	2	3,1	4,9	9	14	33	275,3	243,7	23697	56004	10261