

На правах рукописи

**Седова Екатерина Николаевна**

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ  
РИСКОВ В РЕГИОНЕ  
(НА ПРИМЕРЕ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ)**

Специальность 08.00.13 – Математические и инструментальные  
методы экономики

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата экономических наук

Оренбург – 2009

Работа выполнена на кафедре математических методов и моделей в экономике ГОУ ВПО «Оренбургский государственный университет».

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент  
**Реннер Александр Георгиевич**

Официальные оппоненты: доктор экономических наук, профессор  
**Агафонова Валентина Васильевна**

кандидат экономических наук,  
старший научный сотрудник  
**Глухов Сергей Владимирович**

Ведущая организация: Институт степи Уральского отделения  
Российской академии наук

Защита состоится 20 ноября 2009 г. в 12 часов на заседании диссертационного совета ДМ 212.215.01 при ГОУ ВПО «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королева» по адресу: 443086, г. Самара, Московское шоссе 34, ауд. 209.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГОУ ВПО «Самарский Государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королева»

Автореферат разослан «16» октября 2009 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
доктор экономических наук, доцент

М.Г. Сорокина

## Общая характеристика работы

**Актуальность темы исследования.** Современное состояние окружающей среды в Российской Федерации характеризуется масштабным загрязнением атмосферного воздуха, почв, поверхностных и подземных вод. Если в период 1990–2000 гг. экспертами отмечалось некоторое улучшение экологической ситуации, связываемое с пришедшимся на эти годы спадом промышленности, то начавшийся в 2000 г. некоторый подъем производства сопровождается ухудшением экологической ситуации, особенно на фоне изношенности основных фондов. Нередки случаи, когда предприятиям выгоднее платить штрафы за совершенные экологические нарушения, нежели предотвращать их. Приоритет принципа получения сиюминутной прибыли в условиях экстенсивного использования природных ресурсов приводит к увеличению давления на окружающую среду. Ухудшение экологической ситуации в регионе, усиление влияния человеческой деятельности на окружающую среду ведут к снижению устойчивости среды и увеличению ее ответного негативного влияния на экономику, выражающегося, например, в повышенной заболеваемости населения, что, в свою очередь, приводит к возрастанию экономических потерь, как на региональном уровне, так и на уровне отдельных предприятий. В связи с этим изучение и оценка эколого-экономических рисков, моделирование их влияния на экономическое и социальное развитие охватывает интересы всего общества, долгосрочные выгоды которого заключаются в безопасности окружающей его среды.

Моделированием экономических процессов с учетом их влияния на окружающую среду, взаимосвязей экономических и экологических процессов на макроуровне занимались такие ученые как В. Леонтьев, Д. Медоуз, М. Месарович, Н.Н. Моисеев, Э. Пестель, Д. Форд, Д. Форрестер и др. На региональном уровне социо-эколого-экономическим моделированием, вопросами оценки экономического ущерба от экологических нарушений занимались отечественные ученые О. Ф. Балацкий, Э.В. Гирусов, А.Г. Горстко, В. И. Гурман, А.А. Гусев, В.И. Данилов-Данильян, М.Я. Лемешев, Н.Н. Лукьянчиков, Е. В. Рюмина, Г.А. Угольницкий и др. Проблемам моделирования экологических и эколого-экономических рисков посвящены работы Т.Ю. Анопченко, Д.А. Диксона, Г.Г. Онищенко, И.М. Потравного, Н.П. Тихомирова, Т.М.Тихомировой и др.

Вместе с тем использование во многих исследованиях в качестве информационной базы только официально публикуемой информации о выбросах и сбросах загрязняющих веществ, которая поступает напрямую от предприятий и зачастую не учитывает, например, несанкционированные сбросы/выбросы, приводит к существенному искажению ситуации и обесцениванию практических результатов исследования. Набор показателей, используемых во многих работах для характеристики экологической составляющей, часто отражает только уровень антропогенного воздействия на окружающую среду, и не учитывает риски для населения. Несмотря на то, что исследуемые объекты (города/районы) подвергаются большому количеству разнообразных экологических и эколого-экономических рисков, отсутствуют работы, комплексно исследующие как сами эколого-экономические риски, так и их влияние на социально-экономическое состояние муниципальных образований с учетом неоднородности их развития. Остаются непроработанными многие из интересующих практиков задач ранжирования, сравнительного анализа объектов по уровню эколого-экономического риска. Все это обуславливает актуальность выбранной темы.

**Цель и задачи исследования.** Целью работы является разработка моделей комплексной оценки эколого-экономических рисков и мониторинга социо-эколого-экономического состояния региона. Достижение указанной цели требует решения следующих задач:

- изучить теоретические аспекты и подходы к моделированию экологических и эколого-экономических рисков,
- осуществить многомерную классификацию муниципалитетов для разбиения их на однородные по уровню антропогенной нагрузки и эколого-экономического риска населению группы;
- построить интегральные показатели, характеризующие антропогенную нагрузку и эколого-экономический риск, для проведения сравнительного анализа муниципальных образований региона по уровню антропогенной нагрузки и эколого-экономического риска;
- осуществить моделирование взаимосвязей эколого-экономического риска и показателей социально-экономического состояния региона для их сценарного прогнозирования.

**Объект и предмет исследования.** Объектом исследования являются эколого-экономические риски. Предметом исследования выступают методы и модели оценки эколого-экономических рисков.

**Область исследования.** Диссертационная работа соответствует требованиям паспорта специальности ВАК 08.00.13 – «Математические и инструментальные методы экономики», п.1.9 – «Разработка и развитие математических методов и моделей анализа прогнозирования развития социально-экономических процессов общественной жизни: демографических процессов, рынка труда и занятости населения, качества жизни населения и др.»

**Информационное обеспечение работы** составили официально опубликованные данные Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Оренбургской области и г. Оренбургу, данные ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии по Оренбургской области», данные Министерства здравоохранения по Оренбургской области.

**Теоретической и методологической базой исследования** явились работы ведущих российских и зарубежных ученых по проблемам оценки эколого-экономических рисков. В качестве инструментария использовались методы математической статистики, многомерные статистические методы, в том числе непараметрической статистики, методы эконометрического моделирования. Обработка данных проводилась с использованием табличного редактора Microsoft Excel, пакетов прикладных программ Statistica, SPSS, Stata, EViews, MathCad.

**Научная новизна** диссертационной работы заключается в совершенствовании методов и моделей оценки эколого-экономических рисков и их влияния на социально-экономическое состояние региона. Наиболее существенные научные результаты:

- выявлены классы муниципальных образований региона с высоким, средним и низким уровнем эколого-экономического риска на основе классификации методом многомерного неметрического шкалирования, позволившего построить карты взаимного расположения муниципалитетов в пространстве эколого-экономических рисков;
- впервые предложена и построена модель интегрального показателя эколого-экономического риска в форме модели множественного выбора для уточнения классификации муниципалитетов;

- предложена и реализована двухэтапная процедура ранжирования муниципалитетов по уровню эколого-экономического риска на основе моделей множественного выбора;
- разработана методика исследования динамики рейтингов муниципальных образований по уровню эколого-экономического риска;
- предложены и разработаны модели множественного выбора для прогнозирования уровня эколого-экономического риска в зависимости от социально-экономических показателей;
- предложены и построены системы одновременных пробит-моделей (двумерные пробит-модели), характеризующие взаимное влияние эколого-экономического риска, показателей социально-экономического развития муниципальных образований региона, позволяющие осуществлять сценарное прогнозирование.

**Практическая значимость.** Разработанная в диссертации методика и результаты моделирования эколого-экономических рисков могут быть использованы природоохранными, контролирующими органами с целью оценки степени эколого-экономического риска, определения перспектив и возможностей гармоничного эколого-экономического развития территорий, а также органами государственного управления для выработки научно обоснованной региональной программы и политики с целью обеспечения устойчивого развития региона.

Положения диссертации приняты к внедрению в Администрации Оренбургской области. Теоретические и практические результаты, полученные в ходе исследования, используются в учебном процессе при изучении дисциплин «Моделирование эколого-экономических систем», «Многомерные статистические методы», «Методы социально-экономического прогнозирования» в Оренбургском государственном университете.

**Апробация результатов работы.** Основные теоретические и практические положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на научных семинарах кафедры математических методов и моделей в экономике ГОУ ОГУ 2006-2009 гг. и конференциях: VII Международной научно-практической конференции «Состояние биосферы и здоровье людей» (г. Пенза, 2007 г.), IV Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы экономики и статистики в общегосударственном масштабе» (г. Пенза, 2007), 30-й Юбилейной Международной школе-семинаре им. академика С.С.Шаталина (г. Руза, 2007), V Международной научно-практической конференции «Экология человека: концепция факторов риска, экологической безопасности и управления рисками» (г. Пенза, 2008), VIII Международной научно-методической конференции «Информатика: проблемы, методология, технологии» (г. Воронеж, 2008), Международной научно-практической конференции «Современные проблемы региональной экономики, управления и юриспруденции» (г. Мурманск, 2008), IV Международной научно-практической конференции «Экономическое прогнозирование: методы и модели» (г. Воронеж, 2008).

**Публикации.** Основные положения диссертационной работы нашли отражение в 10 научных публикациях общим объемом 3,66 п.л., в том числе 3,12 п.л. автора.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы и приложений, в которых приведены информационно-справочные материалы, иллюстрирующие и дополняющие основное содержание исследования, а также результаты расчетов. Диссертационная работа изложена на 173 страницах машинописного текста, содержит 23 рисунка и 61 таблиц. Список литературы

включает 151 наименование работ отечественных и зарубежных авторов. Приложения представлены на 33 страницах.

## Основное содержание работы

**Во введении** обоснована актуальность темы исследования, дана характеристика степени изученности проблемы, сформулированы цель и задачи исследования, определены объект, предмет и методы исследования, раскрыты научная новизна и практическая значимость результатов исследования.

В **первой главе** «Понятие эколого-экономического риска и подходы к его моделированию» раскрыты понятия экологических и эколого-экономических рисков (ЭЭР), рассмотрены подходы к построению эколого-экономических моделей и показателей, характеризующих состояние окружающей среды.

Во взаимодействии человека и природы можно выделить три этапа. На первом рискам подвергался только человек, степень антропогенного воздействия на природу была сравнительно невелика. На втором этапе человек начал оказывать все более существенное влияние на природу - можно говорить о возникновении «экологического риска» (риска для окружающей среды); в целом экологический след пока не превышает потенциальной емкости биосферы, и дополнительные риски для человека и экономики со стороны природы незначительны. На третьем этапе, начиная с 80-х годов XX века, потребности человека превышают возможности планеты, а загрязненная окружающая среда ограничивает возможности нормального функционирования промышленности, сельского хозяйства и самого человека. В результате человек начинает подвергаться рискам, связанным с ухудшением качества окружающей среды. Это этап возникновения «эколого-экономических рисков».

В работе эколого-экономические риски понимаются, в соответствии с данным Н.П. Тихомировым определением, как риски экономических потерь, ущербов, которые могут быть у объектов различного уровня общественной организации вследствие ухудшения состояния (качества) окружающей среды. Часть «экономический» в термине «эколого-экономический риск» подчеркивает, что объекты, подверженные данному риску, являются частью экономической подсистемы и понесенные ими потери имеют экономическую (стоимостную) оценку; часть «экологический» указывает на причину возникновения риска.

Объектами, подверженными эколого-экономическим рискам, выступают отдельные индивидуумы и население в целом, организации и предприятия, территориально-экологические (природные) комплексы и территориально-производственные системы различного уровня, регионы, государство и мировое сообщество в целом. Ухудшение качества окружающей среды может быть как относительно медленным, эволюционным (например, постоянное поступление загрязнителя в ту или иную сферу окружающей среды), и быстрым, катастрофическим (например, техногенная авария, стихийное бедствие). Вне рассмотрения данной работы останутся катастрофические нарушения. При этом известно, что сначала воздействие загрязнения на окружающую среду изменяет параметры ее состояния (и это воздействие сопряжено с возникновением экологического риска), в результате чего, функционируя в нарушенной среде, реципиенты подвергаются эколого-экономическому риску - прежде всего, риску ухудшения их здоровья, приводящего к сокращению продолжительности трудовой жизни, снижению производительности труда, а в масштабах всей экономики и к потерям трудового потенциала.

При построении эколого-экономических моделей важным вопросом является выбор системы показателей, отражающих состояние/качество окружающей среды. Чаще

всего исследователями рассматривается какой-то один показатель: количество природных ресурсов, абсолютная величина выбросов/сбросов загрязняющих веществ, концентрация одного или нескольких загрязняющих веществ и т.д. Между тем, очевидно, что при оценке экологического состояния территорий необходимо принимать во внимание значительно большее количество показателей - встает задача построения интегрального показателя экологического качества, состояния, безопасности или экологической устойчивости окружающей среды территории того или иного уровня организации. В работе сделан обзор наиболее широко используемых показателей и подходов к их построению. Также рассмотрены основные подходы к эколого-экономическому моделированию, обосновано моделирование эколого-экономического риска на основе одномерных и многомерных моделей множественного выбора.

Во **второй главе** «Моделирование антропогенной нагрузки и эколого-экономического риска населению Оренбургской области» осуществлена многомерная классификация муниципалитетов области за период 2000-2007 гг. по показателям, характеризующим латентные категории антропогенной нагрузки и эколого-экономического риска для выявления однородных по уровню нагрузки и риска муниципальных образований. На основе моделей множественного выбора построены интегральные показатели, характеризующие соответствующие латентные категории. Предложена двухэтапная процедура ранжирования, позволившая провести сравнительный анализ городов и районов области по уровню эколого-экономического риска. Предложена и реализована методика исследования динамики рейтингов муниципалитетов по уровню эколого-экономического риска.

Поскольку возникновению эколого-экономического риска сопутствует снижение качества среды обитания, то в работе вводится показатель нагрузки антропогенной деятельности на окружающую среду, построенный на основе 4 показателей: сброс сточных вод в поверхностные водоемы на единицу территории (SB, млн. куб. м. на 1 тыс. кв. м); выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников на единицу территории (ST, тыс. тонн на 1 тыс. кв.м.); количество автомобилей, находящихся в личной собственности граждан, на единицу территории (NEST, штук на 1 тыс. кв.м.); объем токсичных отходов на единицу территории (TOX, тыс. тонн на 1 тыс. кв.м.). Эти показатели характеризуют *риски для окружающей среды*.

Воздействие загрязненной окружающей среды на человека происходит за счет его контакта с загрязняющими веществами, содержащимися в окружающей среде, последствия воздействия которых зависят от их концентрации вещества и продолжительности экспозиции. На основе данных о среднегодовых концентрациях основных химических веществ, содержащихся в питьевой воде и/или атмосферном воздухе 35 районов и 4 городов Оренбургской области в 2000-2007 гг. были рассчитаны оценки рисков возникновения канцерогенных (для веществ, относящихся к канцерогенам по классификации МАИР) и неканцерогенных эффектов для человека от систематического воздействия. Для характеристики риска развития неканцерогенных эффектов при комбинированном и комплексном воздействии был осуществлен переход от коэффициентов опасности HQ к индексам опасности HI различным системам организма человека.

Особенности географического положения, экономического и социального развития городов и районов Оренбургской области, обуславливают их межтерриториальную неоднородность по состоянию показателей, характеризующих антропогенную нагрузку на окружающую среду и эколого-экономический риск. Достаточно высокая динамика протекающих в области социально-экономических

процессов позволяет предполагать неоднородность и во времени, поэтому важным вопросом является изучение динамики состава и объема классов, то есть классификация по временным сечениям. Для выделения однородных по указанным категориям групп объектов в работе использован метод неметрического многомерного шкалирования, позволивший разделить все муниципалитеты области на 3 класса по уровню антропогенной нагрузки и 3 класса по степени эколого-экономического риска на основе анализа «карт» их расположения в теоретическом стимульном пространстве (рисунок 1)

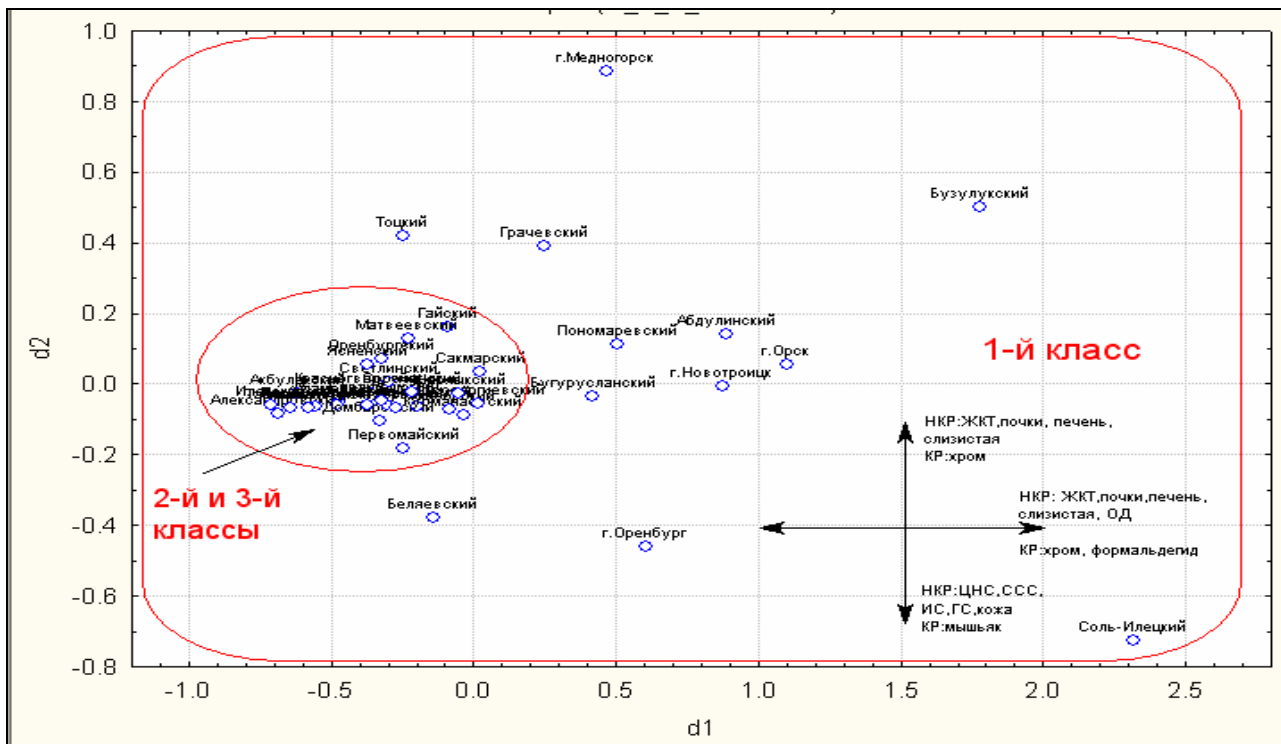


Рисунок 1 – Карта взаимного расположения городов и районов Оренбургской области (расположение городов и районов в теоретическом пространстве, 2007 г, ЭЭР)

Необходимость ранжирования городов и районов области по уровню антропогенной нагрузки и степени эколого-экономического риска и отслеживания изменения их состояния приводит к задачам построения интегральных показателей (ИП), характеризующих указанные латентные категории. В качестве описывающих  $i$ -ый объект  $p$  частных критериев  $x_i = (x_{i1}, \dots, x_{ip})$  в модели ИП антропогенной нагрузки использованы указанные выше показатели SB, ST, NEST, TOX; в модели эколого-экономического риска – среднегодовые концентрации загрязняющих веществ, содержащихся в атмосферном воздухе и водопроводной воде.

ИП предложено строить в виде моделей множественного выбора:

$$y_i = \begin{cases} 1, & y_i^* \leq \gamma_1, \\ \dots \\ j, & \gamma_{j-1} < y_i^* \leq \gamma_j, \\ \dots \\ k, & y_i^* > \gamma_{k-1} \end{cases} \quad (1)$$



где  $y_i = y_i^{\text{nagr}}$  или  $y_i = y_i^{\text{risk}}$  в зависимости от моделируемого интегрального показателя;

$$y_i^{\text{nagr}} = \begin{cases} 1, & \text{если антропогенная нагрузка на ОС в городе/районе } i \text{ высокая} \\ 2, & \text{если антропогенная нагрузка на ОС в городе/районе } i \text{ средняя;} \\ 3, & \text{если антропогенная нагрузка на ОС в городе/районе } i \text{ низкая} \end{cases}$$

$$y_i^{\text{risk}} = \begin{cases} 1, & \text{если уровень эколого - экон. риска в городе/районе } i \text{ высокий} \\ 2, & \text{если уровень эколого - экон. риска в городе/районе } i \text{ средний;} \\ 3, & \text{если уровень эколого - экон. риска в городе/районе } i \text{ низкий} \end{cases}$$

$\gamma_1 < \dots < \gamma_j < \dots < \gamma_{k-1}$  - пороговые значения (или границы разделения) – неизвестные и подлежащие оцениванию параметры;

$y^*$  - ненаблюдаемая вспомогательная переменная

$$y_i^* = \beta_1 x_{i1} + \dots + \beta_p x_{ip} + \varepsilon_i;$$

$\varepsilon_i$  - независимо и одинаково распределенные случайные величины с функцией распределения  $F(u)$ , учитывающие влияние неучтенных факторов

Полагая  $\gamma_0 = -\infty$  и  $\gamma_k = +\infty$ , можно записать общее выражение для вероятности отнесения объекта  $i$  к классу  $j \in \{1, \dots, k\}$ :  $P\{y_i = j | x_i\} = F(\gamma_j - x_i^T \beta) - F(\gamma_{j-1} - x_i^T \beta)$ .

Неизвестные  $p + k - 1$  параметров модели (1) оцениваются методом максимального правдоподобия (ММП). Логарифмическая функция правдоподобия в предположении независимости  $y_i$  имеет вид:

$$\log L(\beta, \gamma) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k s_{i,j} \log [F(\gamma_j - x_i^T \beta) - F(\gamma_{j-1} - x_i^T \beta)], \quad (2)$$

$$\text{где } s_{i,j} = \begin{cases} 1, & \gamma_{j-1} < y_i^* < \gamma_j \\ 0, & y_i^* \notin (\gamma_{j-1}; \gamma_j) \end{cases}$$

Поскольку распределение ошибок  $\varepsilon_i$  не удастся хорошо описать с помощью одного из распространенных законов распределения  $F(u)$  (нормального, логистического и т.п.), то можно использовать аппроксимацию  $F_M(u)$ , например, предложенную Стюартом:

$$F_M(u) = \frac{\int_{-\infty}^u \left( \sum_{m=0}^M \lambda_m x^m \right)^2 f(x) dx}{\int_{-\infty}^{\infty} \left( \sum_{m=0}^M \lambda_m x^m \right)^2 f(x) dx},$$

где  $f(x)$  - плотность стандартного нормального распределения;  $\lambda = (\lambda_0, \lambda_1, \dots, \lambda_M)$  - вектор дополнительных подлежащих оцениванию SNP-параметров;  $M$  – количество SNP-параметров, определяемое путем перебора моделей с различным  $M$  на основе использования статистики отношения правдоподобия.

Использование в функции правдоподобия (2) функции  $F_M(u)$  вместо  $F(u)$  приводит к полунепараметрическому методу оценивания («semi-nonparametric», или SNP), а соответствующую модель называют расширенной SNP-моделью.

Оценки моделей методом максимального правдоподобия получены в пакете EViews, полунепараметрическим методом в пакете Stata (таблица 1). Преимущество расширенных SNP-модели перед обычными пробит-моделями в обоих случаях было подтверждено на основе теста отношения правдоподобия на уровне значимости 0,01. Величины индексов отношения правдоподобия Макфаддена (0,51 и 0,80 соответственно) позволяют сделать вывод об адекватности обеих построенных моделей.

Таблица 1 – Результаты оценивания порядковой модели, характеризующей эколого-экономический риск

Переменная (среднегодовая концентрация в-ва)	Оценка	Станд. ошибка	Переменная (среднегодовая концентрация в-ва)	Оценка	Станд. ошибка
Коэффициенты					
железо	-0,681	0,479	взвешенные в-ва	-15,251	0,842
мышьяк	-179,722	27,057	диоксид азота	-14,055	2,408
нитраты	-0,017	0,009	сероводород	-389,725	83,003
свинец	-1,903	3,049	оксид углерода	-0,178	0,064
хром	-114,012	14,257	формальдегид	-84,642	7,898
медь	-1,699	0,931	аммиак	-5,919	0,448
марганец	-3,750	3,914	-	-	-
Пороговые значения					
$\gamma_1$	-8,487	1,246	$\gamma_2$	-4,316	0,207
SNP-коэффициенты					
$\lambda_0$	1	-	$\lambda_2$	0,091	0,189
$\lambda_1$	-1,870	0,579	$\lambda_3$	0,245	0,078

Коэффициенты при всех переменных имеют отрицательный знак, что отражает рост эколого-экономического риска (ухудшение ситуации) при увеличении концентраций всех рассматриваемых веществ; наибольшие по абсолютной величине коэффициенты соответствуют наиболее опасным веществам, даже небольшая концентрация которых опасна для человека.

Построенные модели позволили произвести окончательное отнесение городов и районов Оренбургской области к классам с той или иной степенью антропогенной нагрузки на окружающую среду и эколого-экономического риска, но в рамках класса объекты считаются неразличимыми. Такой информации часто недостаточно, требуется в рамках каждого класса выделить объекты, наиболее приоритетные, например, для реализации управленческих решений по снижению риска, или те, положение которых неустойчиво и также требует внимания со стороны органов власти.

Для решения указанной задачи предложена двухэтапная процедура ранжирования городов и районов области по степени эколого-экономического риска (рисунок 2).

На **первом этапе** оценивается описанная выше модель упорядоченного множественного выбора, на основе которой каждый город/район относится к одному из  $k$  классов, каждой группе объектов присваивается групповой рейтинг 1, 2, ... $k$  в зависимости от степени риска. В нашем случае  $k$  было принято равным 3.

На **втором этапе** для каждого класса осуществляется выбор классов-эталонов и производится ранжирование объектов по возрастанию или убыванию  $P_i^{et}$  - вероятности

отнесения объекта  $i$  к одному из классов-эталонов. В ситуации неразличимости объектов по первому эталону используется второй эталон. Для каждого  $j$ -го класса естественными эталонами являются соседние  $j+1$  и  $j-1$  классы, хотя их выбор может предопределяться содержательной постановкой задачи.

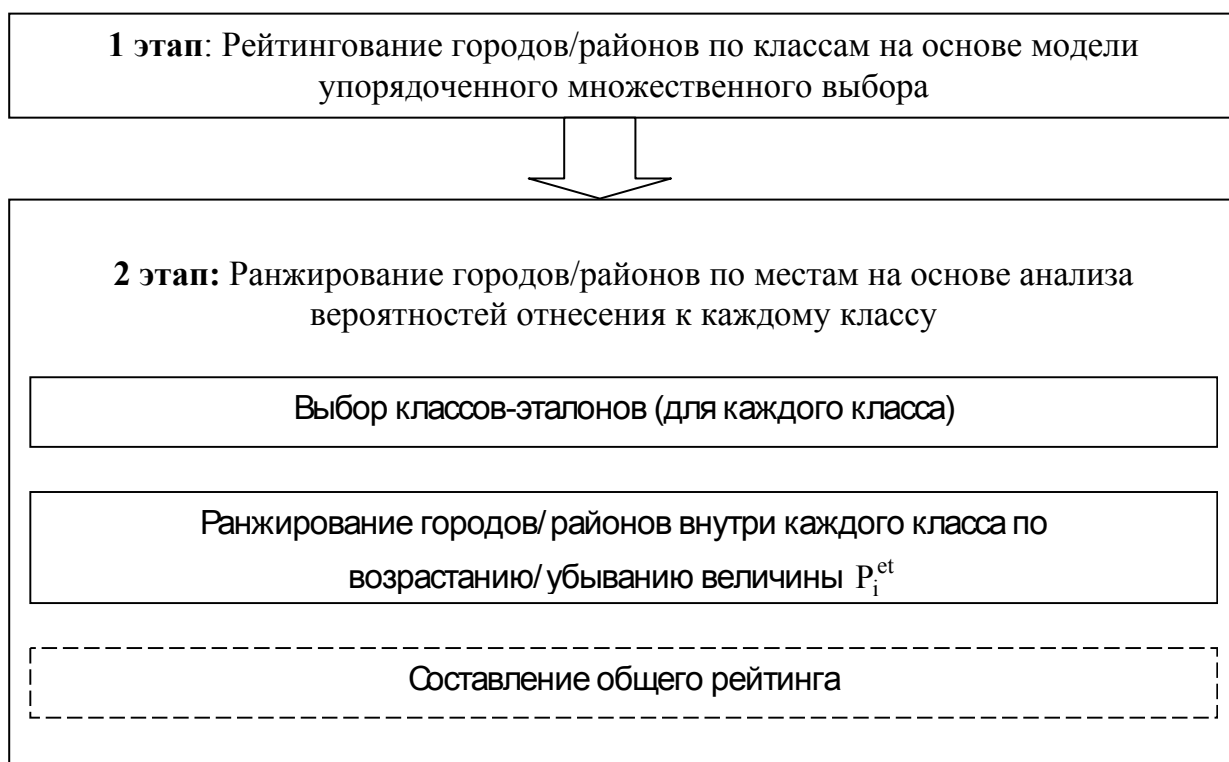


Рисунок 2 - Схема двухэтапной процедуры ранжирования

Полученные с использованием указанной процедуры результаты ранжирования городов и районов Оренбургской области по степени эколого-экономического риска (за 2007 год) приведены в таблице 2. В качестве эталонов для 2-го класса были выбраны классы 3 и 1 соответственно; для 1-го класса – классы 2 и 1, а для 3 –го – классы 3 и 2.

Таблица 2 – Ранжирование городов и районов Оренбургской области по уровню эколого-экономического риска за период 2000-2007 гг.

Город/район	Ранг							
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Абдулинский	14	16	17	18	17	12	5,5	4,5
...								
Тоцкий	18	21	23	23	6	10	9	10
Тюльганский	22	28	13	16	16	18	17	37,5
Шарлыкский	23	30	25	26	27	30	27	18
Ясненский	17	19	24	21	28	22	21	25
г.Медногорск	1	1	1	2	1,5	1,5	8	4,5
г.Новотроицк	8	11	9	11	13	5	5,5	4,5
г.Оренбург	13	4	6	12	8	8	7	4,5
г.Орск	4	7	5	6,5	5	4	2	4,5

Для описания динамики вероятностей состояний объектов предлагается модель:

$$P(t+1) = \Pi(t)P(t)$$

где  $P(t+1)$  и  $P(t)$  - векторы вероятностей нахождения в каждом из возможных состояний  $S_i$ ,  $i=1, \dots, k$  в моменты времени  $t+1$  и  $t$ , получаемые по обновляемой к моменту времени  $t$  модели интегрального показателя (1);

$\Pi(t)$  - искомая матрица переходных вероятностей:  $\pi_{ij}(t) = P\left(\begin{matrix} S_j^{t+1} \\ \hline S_i^t \end{matrix}\right)$ ,  $i=1,2,3$ ;  
 $j=1,2,3$ .

Анализ приведенных ниже оценок матриц переходных вероятностей:

$$\Pi(2004) = \begin{pmatrix} 0,729 & 0,225 & 0,046 \\ 0,262 & 0,285 & 0,453 \\ 0 & 0,156 & 0,844 \end{pmatrix} \quad \Pi(2007) = \begin{pmatrix} 0,824 & 0,176 & 0 \\ 0,094 & 0,797 & 0,109 \\ 0 & 0,272 & 0,728 \end{pmatrix}$$

показывает, что к концу исследуемого периода существенно снизились возможности перехода объектов в классы с более высоким рейтингом, перехода в новый класс через состояние за 1 период времени. Это связано с тем, что ранее разрыв в уровне риска был сравнительно невысок и для улучшения состояния административно-территориального образования было достаточно отдельных мероприятий, затем уровень риска в районах существенно увеличился, и его снижение, необходимое для перехода в класс меньшего риска, требует более длительного промежутка времени. Для объектов 1 и 2 классов увеличились вероятности объектов остаться в своих классах. Для объектов 3 класса (низкого риска) эта вероятность снизилась за счет увеличения вероятности перехода объектов класса 3 в класс более низкого рейтинга 2.

В определенной степени о положительной или отрицательной динамике в поведении  $i$ -го объекта можно судить, определив ранг объекта в момент времени  $t$  по показателям, характеризующим его в момент времени  $t+j$ ,  $j=1, \dots, 7$ . Обозначим полученные ранги  $\text{rang}_{i,t}$ ,  $t=1,2, \dots, T$ ;  $T=8$  - временной ряд рангов  $i$ -го объекта,  $i=1,2, \dots, n$ ,  $n=39$ . В этом случае проверка гипотезы о несущественности ухудшения/улучшения ситуации в  $i$ -ом городе/районе сводится к проверке гипотезы об отсутствии в ряду  $\text{rang}_i$  тренда, одним из непараметрических критериев проверки которой является критерий, основанный на коэффициенте ранговой корреляции Спирмена. Использование такой процедуры позволит выявить тенденцию изменения уровня риска для каждого объекта, что представляется более обоснованным, нежели выводы по анализу изменений за отдельные годы, а также выявить города/районы, сходные по тенденции изменения уровня эколого-экономического риска (таблица 3). Для учета «величины» эколого-экономического риска, построим график взаимного расположения исследуемых городов и районов на плоскости  $\text{rang}_i - x_i^T \mathcal{E}$ , где  $x_i^T \mathcal{E}$  относится к последнему году исследуемого периода (рисунок 3).

Таким образом, из рисунка видно, что муниципалитетами, население которых стабильно подвергается высокому эколого-экономическому риску, являются объекты VII условного квадранта – город Медногорск и районы Пономаревский и Грачевский. Для объектов VI условного квадранта характерно наличие высокого уровня эколого-экономического риска и, более того, значимая тенденция к его росту. Это основные

промышленные и торговые центры Оренбургской области: города Новотроицк, Орск и Оренбург, а также Абдулинский, Бузулукский и Соль-Илецкий районы. Обращает на себя внимание почти пустота IX квадранта, в котором должны находиться те города и районы, характеризующиеся высоким эколого-экономическим риском, для которых наметилась тенденция к снижению уровня риска. Большая часть городов и районов области расположена в I, IV и VII условных квадрантах, для которых характерно наличие значимой тенденции к росту риска, даже если для некоторых городов и районов такие изменения пока не привели к переходу объектов в другой класс.

Таблица 3 – Города и районы Оренбургской области, ранжированные по степени проявления тенденции роста интегрального показателя эколого-экономического риска

Название города/района	Оценка коэф. ранг. корр. Спирмена	Набл. уровень знач.	Название города/района	Оценка коэф. ранг. корр. Спирмена	Набл. уровень знач.
Существенный рост уровня эколого-экономического риска					
Новосергиевский	-0,89	0,00	г.Оренбург	-0,70	0,05
Светлинский	-0,87	0,00	г.Новотроицк	-0,64	0,09
Октябрьский	-0,84	0,01	Абдулинский	-0,63	0,10
...			....		
Бузулукский	-0,77	0,03	г.Орск	-0,57	0,14
Оренбургский	-0,73	0,04	Акбулакский	-0,48	0,23
Несущественное изменение уровня эколого-экономического риска					
Северный	-0,42	0,30	Новоорский	-0,14	0,73
...			...		
Грачевский	-0,14	0,73	Новоорский	-0,14	0,73
Уменьшение уровня эколого-экономического риска					
Саракташский	0,43	0,29	Бугурусланский	0,68	0,06
Кувандыкский	0,63	0,10	Переволоцкий	0,86	0,01

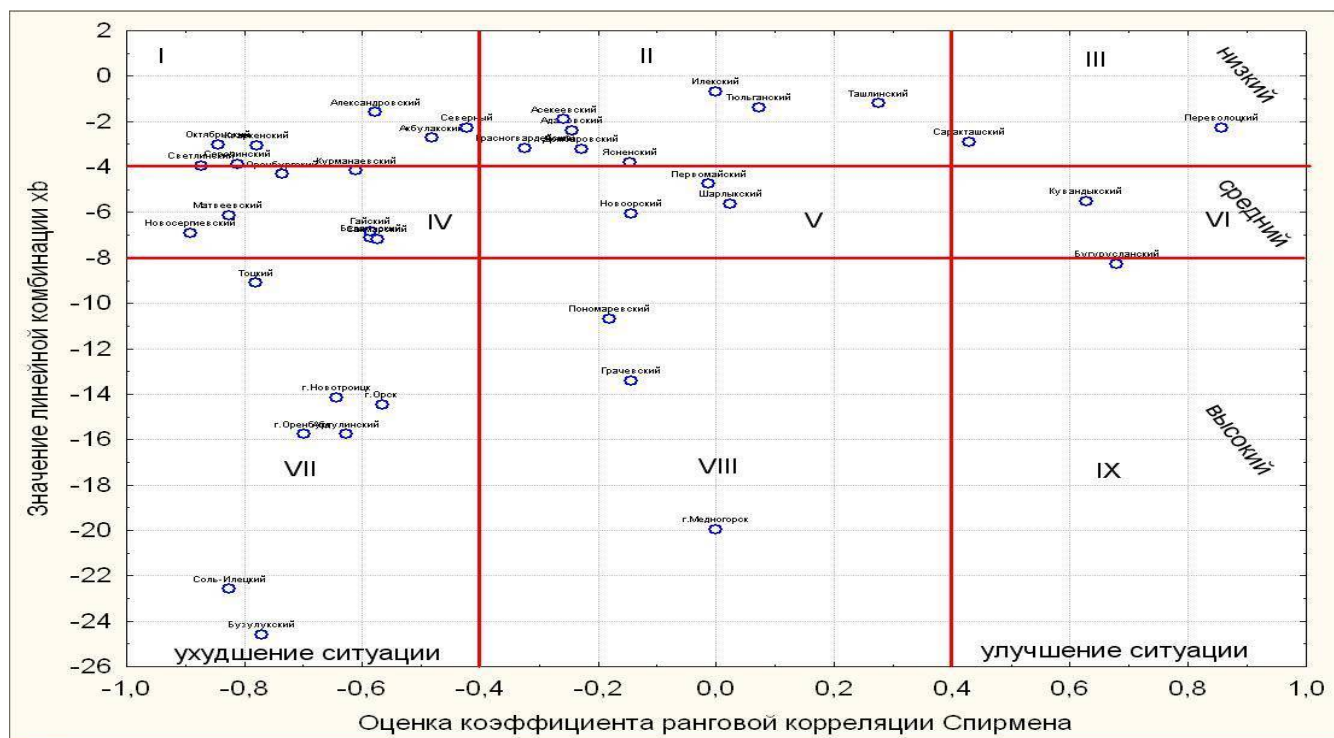


Рисунок 3 - Расположение городов и районов Оренбургской области на плоскости

$$\text{rang}_i - x_i \text{ } \begin{matrix} T \\ \beta \end{matrix}$$

Анализ динамики количества городов/районов в классах высокого, низкого и среднего риска также говорит о том, что за исследуемый период существенно увеличилось количество городов и районов области, население которых подвергается повышенному эколого-экономическому риску (рисунок 4). Для проверки предположения о том, что высокий эколого-экономический риска характерен для городов/районов с высоким уровнем антропогенной нагрузки был проведен анализ таблиц сопряженности (таблица 4).

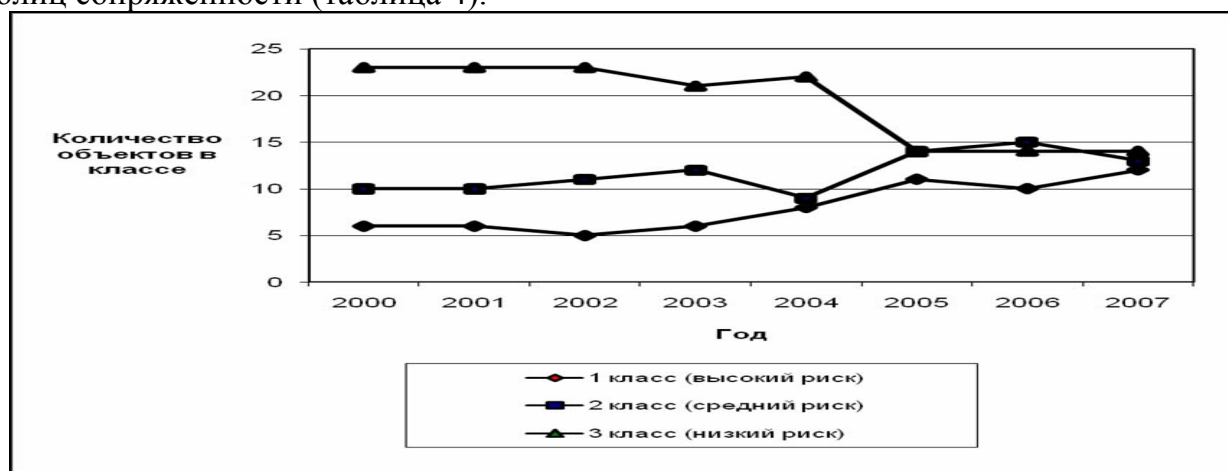


Рисунок 4 – Динамика количества объектов в классах за 2000-2007 гг

Таблица 4 – Количество городов и районов Оренбургской области, характеризующихся высоким, средним и низким уровнями нагрузки и риска (в целом за период с 2000 по 2007 гг)

Эколого-экономический риск	Антропогенная нагрузка на окружающую среду		
	Низкая	Средняя	Высокая
Низкий	125	28	0
Средний	55	24	15
Высокий	33	7	25

Гипотеза об отсутствии связи между уровнем антропогенной нагрузки и уровнем эколого-экономического риска была отвергнута на уровне значимости 0,01 (значение отношения правдоподобия составило 74,573). В 63% городов и районов, характеризующихся высокой антропогенной нагрузкой, наблюдается высокий эколого-экономический риск, для 82% городов и районов, где наблюдается низкий эколого-экономический риск, антропогенная нагрузка также находится на минимальном уровне, и ни в одном городе/районе не наблюдается ситуация наличия низкого риска при высокой нагрузке.

Вместе с тем обращает на себя внимание тот факт, что в половине (51%) муниципалитетов с высоким уровнем эколого-экономического риска антропогенная нагрузка на окружающую среду находится на низком уровне. Кроме того, в работе показано, что за исследуемый период увеличение количества муниципалитетов с высоким уровнем риска не сопровождалось увеличением количества городов/районов с высоким уровнем антропогенной нагрузки. Это означает, что рост эколого-экономического риска либо вызван не только увеличением антропогенной нагрузки, либо масштабы этой нагрузки не в полной мере отражены в официальной информации.

В третьей главе «Моделирование взаимосвязи эколого-экономического риска и показателей, характеризующих уровень социально-экономического развития

муниципальных образований региона» построены модели, характеризующие взаимное влияние эколого-экономического риска, показателей социально-экономического развития муниципальных образований региона, позволяющие осуществлять сценарное прогнозирование.

Ввиду того, что «наблюдаемый» уровень эколого-экономического риска не может быть объяснен только изменениями антропогенной нагрузки на окружающую среду, предложена и построена многофакторная модель множественного выбора типа (1), описывающая зависимость введенной выше переменной  $y_i^{\text{risk}}$  от показателей социально-экономического развития муниципального образования:

$$P\{y_i = 1|x_i\} = \Phi(-2,32 - 1,01 \cdot \text{CITY}_i - 0,26 \cdot \text{ROZN}_i - 0,0002 \cdot \text{OBR}_i - 1,10 \cdot \text{LOGZP}_i + \\ + \frac{48,77}{\text{INVD}_i} + \frac{9,16}{\text{DUB}_i} + \frac{0,03}{\text{MIGR}_i} - 0,34 \cdot \text{NOV1} - 0,76 \cdot \text{BER1})$$

$$P\{y_i = 2|x_i\} = \Phi(-0,83 - 1,01 \cdot \text{CITY}_i - 0,26 \cdot \text{ROZN}_i - 0,0002 \cdot \text{OBR}_i - 1,10 \cdot \text{LOGZP}_i + \\ + \frac{48,77}{\text{INVD}_i} + \frac{9,16}{\text{DUB}_i} + \frac{0,03}{\text{MIGR}_i} - 0,34 \cdot \text{NOV1} - 0,76 \cdot \text{BER1}) - \\ - \Phi(-2,32 - 1,01 \cdot \text{CITY}_i - 0,26 \cdot \text{ROZN}_i - 0,0002 \cdot \text{OBR}_i - 1,10 \cdot \text{LOGZP}_i + \\ + \frac{48,77}{\text{INVD}_i} + \frac{9,16}{\text{DUB}_i} + \frac{0,03}{\text{MIGR}_i} - 0,34 \cdot \text{NOV1} - 0,76 \cdot \text{BER1})$$

$$P\{y_i = 3|x_i\} = 1 - \Phi(-0,83 - 1,01 \cdot \text{CITY}_i - 0,26 \cdot \text{ROZN}_i - 0,0002 \cdot \text{OBR}_i - 1,10 \cdot \text{LOGZP}_i + \\ + \frac{48,77}{\text{INVD}_i} + \frac{9,16}{\text{DUB}_i} + \frac{0,03}{\text{MIGR}_i} - 0,34 \cdot \text{NOV1} - 0,76 \cdot \text{BER1})$$

где  $\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{u^2}{2}} du$ ,

CITY – бинарная переменная, принимающая значение 1, если i-ый объект является городом, 0 – иначе; ROZN – оборот розничной торговли; OBR – объем продукции обрабатывающих производств; SZP – среднемесячная заработная плата; DUB – доля убыточных предприятий; MIGR – миграционный прирост; NOV1 и BER1 – бинарные переменные, принимающие значение 1, если уровень заболеваемости новообразованиями (осложнений беременности) в i-ом городе/районе превышает среднеобластной, 0 – если нет.

Таким образом, можно сделать вывод, что для городов, а также районов с относительно большим розничным товарооборотом, высокой долей убыточных предприятий и повышенным по сравнению со среднеобластным уровнем заболеваемости новообразованиями, осложнений беременности и высоким уровнем детской инвалидности, характерен высокий уровень эколого-экономического риска населению. Повышенный миграционный прирост, высокий уровень заработной платы также влекут за собой повышение уровня эколого-экономического риска, что объясняется устремлением людей в более экономически активные города/районы, развитие которых, однако, пока идет по экстенсивному пути хозяйствования.

Поскольку ЛПП часто необходимо только различать объекты, для которых характерно наличие риска, и те, для которых риска нет или он минимален, то имеет смысл при моделировании взаимосвязи между эколого-экономическим риском и социально-экономическим состоянием муниципалитета в предыдущей модели рассматривать в качестве объясняемой переменную  $y_i$ , принимающую значение 1, если

объект  $i$  характеризуется низким уровнем риска, и 0 – если иначе. Исследования показали целесообразность введения в модель переменной TRAVMPR (травматизм на производстве, чел), а также, для учета пространственной и временной неоднородности, фиктивных переменных OSf2 (принимает значение 1 для городов и районов со средним уровнем нагрузки на окружающую среду и 0 – в остальных случаях) и T04 (принимает значение 1 для 2005-2007 гг и 0 для 2003-2004 гг). В итоге вероятность принадлежности  $i$ -го объекта классу высокого или среднего уровня эколого-экономического риска:

$$P\{y_i = 1 | x_i\} = \Phi(2,59 - 1,01 \cdot CITY_i - 0,37 \cdot ROZN_i - 1,98 \cdot LOGZP_i - 0,02 \cdot DUB_i - 0,09 \cdot TRAMPR_i + \frac{1,56}{NOV_i} - 0,49 \cdot BER1 + 0,59 \cdot OSf2 - 0,44 \cdot T02)$$

Предельный анализ модели показал, что наибольшее влияние на уровень эколого-экономического риска оказывает величина заработной платы и розничный товароборот.

Для учета влияния на уровень эколого-экономического риска некоторых специфических трудноизмеряемых факторов (ассимиляционный потенциал природной среды, качество управления природоохранной деятельностью и др.), в работе предложена модель бинарного выбора с учетом панельной структуры данных, в которой влияние соответствующих факторов учитывается через случайные эффекты  $\alpha_1, \dots, \alpha_n$ :

$$P\{y_{it} = 1 | x_{it}\} = \Phi(1,01 - 1,01 \cdot CITY_i - 0,18 \cdot ROZN_i - 3,36 \cdot LOGZP_i - 0,003 \cdot DUB_i - 0,09 \cdot TRAMPR_i + \frac{0,48}{NOV_i} - 0,62 \cdot BER1 + 0,59 \cdot OSf2 - 0,44 \cdot T02 + \alpha_i)$$

Построенные модели позволяют прогнозировать уровень эколого-экономического риска по уровню заболеваемости и показателей, характеризующих социально-экономическое состояние муниципалитета, но не учитывают того, что экстенсивное экономическое развитие, с одной стороны, сопровождается ростом эколого-экономических рисков, реализация которых приводит к изменению социально-экономического состояния региона, в частности, к повышению заболеваемости, а с другой стороны создает возможности для повышения качества медицинских услуг и быта и, соответственно, снижения заболеваемости. Для описания предполагаемых взаимосвязей предложена система:

$$\begin{cases} P\{RN_i = 1 | x_{1i}\} = \Phi\{\beta_{10} + \beta_{11} \cdot IPER_i + \beta_{12} \cdot OPUN_i + \beta_{13} \cdot MIGR_i\} \\ P\{UOZ_i = 1 | x_{2i}\} = \Phi\{\beta_{20} + \beta_{21} \cdot RN_i + \beta_{22} \cdot IOK_i + \beta_{23} \cdot ZZP_i + \beta_{24} \cdot IZKS_i\}, \end{cases}$$

где RN – бинарная переменная, принимающая значение 0, если муниципалитет характеризуется низким эколого-экономическим риском, значение 1 – высоким или средним; UOZ – бинарная переменная, принимающая значение 0, если уровень заболеваемости в муниципалитете ниже среднеобластного, значение 1 – если выше; IPER – показатель, характеризующий нагрузку на окружающую среду; OPUN – объем платных услуг населению; MIGR – миграционный прирост; IOK – инвестиции в основной капитал; ZZP – задолженность предприятий и организаций по заработной плате; IZKS – инвестиции в жилищно-коммунальное строительство.

Оценка параметров системы осуществляется на основе рекурсивной системы одновременных пробит-моделей (двумерной пробит-модели):

$$\begin{cases} RN_i = 1, y_{RN,i}^* > 0 \\ RN_i = 0, y_{RN,i}^* \leq 0 \end{cases}, \begin{cases} UOZ_i = 1, y_{UOZ,i}^* > 0 \\ UOZ_i = 0, y_{UOZ,i}^* \leq 0 \end{cases},$$



где  $x_{1i} = (IPER_i, OPUN_i, MIGR_i)$ ,  $x_{2i} = (RN_i, IOK_i, ZZP_i, IZKS_i)$ ,  $\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{u^2}{2}} du$ ,

$Y_{RN,i}^*$  и  $Y_{UOZ,i}^*$  – латентные переменные, причем

$$\begin{cases} Y_{RN,i}^* = \beta_{10} + \beta_{11} \cdot IPER_i + \beta_{12} \cdot OPUN_i + \beta_{13} \cdot MIGR_i + \varepsilon_{RN,i} \\ Y_{UOZ,i}^* = \beta_{20} + \beta_{21} \cdot RN_i + \beta_{22} \cdot IOK_i + \beta_{23} \cdot ZZP_i + \beta_{24} \cdot IZKS_i + \varepsilon_{UOZ,i} \end{cases},$$

$$\begin{pmatrix} \varepsilon_{RN,i} \\ \varepsilon_{UOZ,i} \end{pmatrix} \sim N(\mu, \Sigma), \mu = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \Sigma = \begin{bmatrix} 1 & \rho \\ \rho & 1 \end{bmatrix}.$$

Анализ модели показал идентифицируемость системы, состоятельность и асимптотическую эффективность приведенных ниже ММП-оценок:

$$\begin{cases} \hat{Y}_{RN_i}^* = -0,656 - 0,027 \cdot IPER_i + 0,322 \cdot OPUN_i + 0,023 \cdot MIGR_i, & \text{pseudo}\hat{R}^2 = 0,58 \\ \quad (0,141) \quad (0,010) \quad (0,077) \quad (0,011) \\ \hat{Y}_{UOZ_i}^* = -0,513 + 1,028 \cdot RN_i + 0,037 \cdot IOK_i + 0,126 \cdot ZZP_i - 0,255 \cdot IZKS_i, & \text{pseudo}\hat{R}^2 = 0,71 \\ \quad (0,201) \quad (0,306) \quad (0,016) \quad (0,070) \quad (0,090) \end{cases}$$

Снижение нагрузки на окружающую среду действительно будет вести к снижению эколого-экономических рисков населению. Высокие риски населению наблюдаются в городах и районах с высоким уровнем миграции и большим объемом платных услуг, оказываемых населению. В целом, на наличие риска населению оказывают значительное влияние состояние окружающей среды и показатели, отражающие привлекательность региона.

Среднее за период с 2000 по 2007 гг. значение вероятности того, что город/район области одновременно характеризуются наличием риска населению и повышенной по сравнению со среднеобластной заболеваемостью ( $P(RN=1, UOZ=1)$ ) увеличилось более чем в два раза (а в среднем составляет 0,21). Наибольшие вероятности возникновения такой ситуации наблюдаются в Бузулукском, Кувандыкском, Оренбургском и Новоорском районах, городах Медногорск, Новотроицк и Орск. Наиболее проблемными за последние годы стали Адамовский, Гайский, Светлинский, Октябрьский, Соль-Илецкий, Сорочинский, Тоцкий и Ясенский районы. Снижение вероятности одновременного существования риска населению и превышения среднеобластной заболеваемости наблюдается лишь в отдельных районах - Новосергиевском, Переволоцком, Сакмарском и Первомайском.

В последнее время наиболее вероятной является ситуация, связанная с наличием значительного эколого-экономического риска населению и отсутствием превышения среднеобластной заболеваемости населения. Такая ситуация характерна для Бугурусланского, Саракташского, Северного, Ташлинского, Тюльганского районов и города Оренбурга. Учитывая, что предельная вероятность превышения среднеобластной заболеваемости для этих территорий значительно снижается с течением времени, а предельная вероятность высокого риска для населения возрастает, можно предположить повышение в рассмотренных районах качества предоставляемых медицинских услуг и условий быта.

Средняя вероятность превышения среднеобластной заболеваемости в сочетании с низкими эколого-экономическими рисками населению достаточно высока и составляет 0,32. Средняя вероятность того, что в городах и районах области низкий уровень эколого-экономического риска населению и пониженный по сравнению со среднеобластным уровень заболеваемости, составляет всего 0,16. По отношению к 2000

году вероятность возникновения такой ситуации в 2007 году существенно уменьшилась, что свидетельствует об ухудшении общей ситуации в регионе.

Анализ вероятности наличия повышенной по сравнению со среднеобластной заболеваемости при условии высокого эколого-экономического риска показал значительное усиление этого влияния по сравнению с началом исследуемого периода - в 2007 году эта вероятность составила 0,48. Получено, что вероятность повышенной заболеваемости в муниципалитете при наличии эколого-экономического риска увеличивается на 0,39 по сравнению с ситуацией, когда риска нет.

Построенная модель позволяет разделить все города и районы области на 4 группы (таблица 5). Согласно Программе государственных гарантий оказания гражданам РФ бесплатной медицинской помощи в 2007 году норматив объема амбулаторно-поликлинической помощи составляет 9,198 посещение. В выделенной на основе модели группе I городов и районов среднее число посещений (C1, на одного жителя в год) максимально превышает норматив. Также наибольшей является средняя длительность пребывания в круглосуточном стационаре (C2, дней) для населения тех муниципалитетов, где наблюдался высокий уровень эколого-экономического риска (группы I и II). С учетом того, что согласно Программе норматив финансовых затрат на 1 посещение амбулаторно-поликлинической организации составлял 116,9 рубля, а 1 койко-день в круглосуточном стационаре - 674,3 рубля, получаем: 1) для муниципалитетов I группы дополнительные расходы на обслуживание амбулаторно-поликлиническое обслуживание населения составляют 35 рублей на одного жителя в год, то есть дополнительно почти 30% от норматива; 2) средняя длительность пребывания в круглосуточном стационаре 1 пациента муниципалитета группы I на 0,585 дня дольше, чем пациента муниципалитета группы III; в стоимостном выражении это означает необходимость дополнительных расходов в размере 394,7 рубля на 1 госпитализированного или с учетом среднего уровня госпитализации на 100 человек населения - 7845,9 рубля; 3) при сравнении муниципалитетов высокого уровня риска с муниципалитетами низкого уровня риска дополнительные расходы составят 299 рубля на 1 госпитализированного или с учетом среднего уровня госпитализации на 100 человек населения 6070 рублей соответственно.

Таблица 5 – Характеристики групп муниципалитетов

IV - повышенная заболеваемость без риска C1=9,371; C2=10,043	I - повышенная заболеваемость и риск C1=9,497; C2=10,385
III-невысокая заболеваемость без риска C1=8,867 ; C2=9,800	II - невысокая заболеваемость и риск C1=9,189 ; C2=10,344

По аналогии построена модель, связывающая уровень социально-экономического развития муниципального образования и степень эколого-экономического риска:

$$\begin{cases} \hat{Y}_{RN}^* = -0,873 + 0,494 \cdot CERT1 - 0,025 \cdot IPER + 0,710 \cdot \ln SZP + 0,039 \cdot MIGR, \text{ pseudo}\hat{R}^2 = 0,41 \\ \quad \quad \quad (0,291) \quad (0,154) \quad \quad \quad (0,010) \quad \quad \quad (0,298) \quad \quad \quad (0,012) \\ \hat{Y}_{CER}^* = 2,166 + 1,434 \cdot RN - 0,177 \cdot SOZ + 0,002 \cdot VZD - 0,074 \cdot KB, \quad \quad \quad \text{pseudo}\hat{R}^2 = 0,70 \\ \quad \quad \quad (1,021) \quad (0,295) \quad \quad \quad (0,049) \quad \quad \quad (0,001) \quad \quad \quad (0,043) \end{cases}$$

где CER – бинарная переменная, характеризующая уровень социально-экономического развития муниципалитета и принимающая значение 0, если он имеет низкий уровень развития, значение 1 – высокий; CERT1 – бинарная переменная, характеризующая уровень социально-экономического развития города/района в предшествующий момент времени; SZP – средняя заработная плата; SOZ – средняя

обеспеченность жильем; VZD – ввод в действие жилых домов; KB – количество безработных.

Анализ модели показывает, что для территорий с высоким уровнем социально-экономического развития характерно наличие высоких эколого-экономических рисков. Это означает, что развитие Оренбургской области еще не вошло в ту стадию, когда высокий уровень социально-экономического развития подразумевает в качестве обязательной своей составляющей стратегию минимизации уровня риска.

В **заключении** диссертационной работы обобщены результаты проведенного исследования, сформулированы основные выводы и предложения.

### **Основные результаты и выводы по работе**

1. Выделены классы муниципальных образований, характеризующихся высоким, средним и низким уровнем эколого-экономического риска; высокой, средней и низкой антропогенной нагрузкой на окружающую среду; построены карты взаимного расположения городов и районов области в пространстве эколого-экономических рисков и показателей, характеризующих антропогенную нагрузку на среду по годам.

2. Предложена и построена модель интегрального показателя эколого-экономического риска в форме модели множественного выбора для уточнения классификации муниципалитетов по уровню эколого-экономического риска.

3. Предложена и реализована двухэтапная процедура ранжирования, позволившая провести сравнительный анализ муниципалитетов по уровню эколого-экономического риска.

4. Предложена методика исследования динамики рейтингов муниципалитетов, реализация которой показала уменьшение вероятностей перехода объектов в классы более высокого рейтинга.

5. Доказано наличие связи между уровнем эколого-экономического риска и уровнем антропогенной нагрузки на окружающую среду.

6. Построены системы одновременных пробит-моделей (двумерные пробит-модели), характеризующие взаимное влияние эколого-экономического риска и показателей социально-экономического развития региона, позволяющие осуществлять сценарное прогнозирование. В частности, показано, что на уровень эколого-экономического риска оказывают существенное влияние состояние окружающей среды и показатели, отражающие экономическую привлекательность муниципального образования.

7. Показано, что дополнительные расходы на здравоохранение увеличиваются с ростом эколого-экономического риска.

### **Список публикаций по теме диссертационного исследования**

#### **В изданиях, рекомендуемых ВАК РФ:**

1. Реннер А.Г., Седова Е.Н. Методы прогнозирования экономических показателей на основе временных рядов с учетом пространственной неоднородности данных и нелинейной взаимосвязи между факторами // «Вестник ОГУ», № 4. - Оренбург: РИК ГОУ ОГУ, 2007, с. 104-111. (0,71 п.ч./ 0,35 п.ч.)

2. Седова Е.Н. Модели бинарного и множественного выбора в задачах управления эколого-экономическими рисками. // «Вестник ОГУ», № 8. – Оренбург: РИК ГОУ ОГУ, 2008, с. 96-102. (0,8 п.л.)

3. Реннер А.Г., Седова Е.Н. Оценка динамики уровня эколого-экономического риска (на примере Оренбургской области) // «Вестник ОГУ», № 9. – Оренбург: РИК ГОУ ОГУ, 2009, с. 45-48. (0,35 п.л./0,17 п.л.)

**В других изданиях:**

4. Седова Е.Н. Многомерная классификация городов и районов Оренбургской области по показателям, характеризующим риски для населения от воздействия окружающей среды // Сборник статей VII Международной научно-практической конференции «Состояние биосферы и здоровье людей». – Пенза: РИО ПГСХА, 2007, с. 180-184. (0,25 п. л.)

5. Седова Е.Н. Построение интегрального показателя экологического риска на основе порядковой пробит-модели // Сборник статей IV Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы экономики и статистики в общегосударственном масштабе». – Пенза: РИО ПГСХА, 2007, с. 210-213. (0,25 п.л.)

6. Седова Е.Н. Моделирование экологических рисков на основе порядковых пробит-моделей // Системное моделирование социально-экономических процессов и систем. Сборник трудов 30-й Юбилейной Международной школы-семинара им. академика С.С.Шаталина. – Воронеж, Издательско-полиграф. Центр Воронежского государственного университета, 2007 – часть 2, с. 243-248. (0,3 п.л.)

7. Седова Е.Н. Анализ динамики экологической ситуации в Оренбургской области // Сборник статей V Международной научно-практической конференции «Экология человека: концепция факторов риска, экологической безопасности и управления рисками». – Пенза: РИО ПГСХА, 2008, с. 143-146. (0,25 п.л.)

8. Седова Е.Н. Моделирование взаимосвязи экологического риска и социально-эколого-экономического профиля региона // Материалы VIII Международной научно-методической конференции «Информатика: проблемы, методология, технологии» (7-8 февраля 2008 г). – Воронеж, Издательско-полиграф. Центр Воронежского государственного университета, 2008, - часть 2, с.216-220. (0,25 п.л.)

9. Седова Е.Н. Анализ предельных эффектов влияния социальных и экономических факторов на уровень риска для населения от воздействия окружающей среды // Материалы Международной научно-практической конференции «Современные проблемы региональной экономики, управления и юриспруденции». – Мурманск: МГТУ, 2008 (электронный ресурс), с.881-886. (0,25 п.л.)

10. Седова Е.Н. Моделирование экологических рисков и заболеваемости на основе двумерной пробит-модели // Сборник статей IV Международной научно-практической конференции «Экономическое прогнозирование: методы и модели». – Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2008, - часть 1, с.286-289. (0,25 п.л.)