

Работа выполнена на кафедре «Экономическая кибернетика» Бакинского Государственного Университета.

Научный руководитель:

Доктор экономических наук, профессор

К.Д.Иманов

Официальные оппоненты:

Доктор экономических наук, профессор

В.М.Велиев

Доктор философии по экономике,
доцент

Р.М.Акперов

**Ведущая организация: Научный Инновационный Центр
Национальной Академии Наук
Азербайджана**

Защита диссертации состоится 23 февраля 2016-го года в 14⁰⁰ на заседании Диссертационного совета FD.02.016 Бакинского Государственного Университета.

Адрес: AZ1148, г.Баку, ул.З.Халилова 23, Бакинский Государственный Университет.

С диссертационной работой можно ознакомиться в научной библиотеке Бакинского Государственного Университета.

Автореферат разослан 21 января 2016-го года.

Ученый секретарь

диссертационного совета **FD.02.016**

доктор математических наук,

профессор

Н.К.Ахмедов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Проблема устойчивого развития является одной из самых актуальных задач в странах мира.

Устойчивое развитие – процесс управления совокупностью активов, направленный на сохранение и расширение возможностей, имеющихся у людей, включая экологическую, экономическую и социальную устойчивость путем рационального управления физическим, природным и человеческим капиталом.

Мировая проблематика охраны окружающей среды прошло 4 этапа:

- 1) Осознание опасного воздействия экономики на окружающую среду и человека;
- 2) Экономическое развитие приводит к чрезмерно интенсивному использованию природных ресурсов, что подрывает саму экономику, разрушая материально-ресурсную базу и снижая благополучие (Римский клуб, Стокгольмская декларация));
- 3) Концепция устойчивого развития (триединство экономических, экологических, социальных целей развития) саммит в Рио-де-Жанейро, Киотский протокол по сокращению CO₂, изменение климата;
- 4) Осознание того, что «свободный рынок» не способен к саморегуляции не только в интересах сохранения ресурсов биосферы и социальной справедливости, но и для обеспечения долгосрочной экономической стабильности (Зеленая экономика, Рио +10).

«Экономически устойчивое состояние» - это экономика со стабильными основными показателями (численность населения, уровнем потребления, которое не превышает несущую способность экосистемы). Физические компоненты экономической системы ограничены (запасы природных ресурсов, размеры капитала). Они определяются внутренним состоянием системы. «Устойчивое состояние» (Дейли Герман) с постоянным количеством людей, предметов, поддерживающих на некотором желательном уровне достаточности за счет минимальных перемещений материи и энергии от начальной стадии производства до конечного потребителя (если рождаемость = смертности, инвестирование = амортизации). Эта концепция является следствием убеждений того, что экономический рост имеет предел.

Макроэкономическая политика стран с высоким ВВП на душу населения ориентирована на рост экономики. Ввиду ограниченности биофизических пределов природы эта политика не правомерна.

Экологические услуги – это услуги, обеспечиваемые природным капиталом, которые возможно учесть, это предоставленные полезные продукты (с/х культуры, животные, лекарственные растения, водные и рыбные ресурсы) и неучтенная экономически регулятивная функция экосистем (фильтрация загрязнений, регулирование гидрорежима, опыление, поглощение парниковых газов, защита от стихийных бедствий), культурные (рекреация, образование, культурные и духовные ценности природы), вспомогательные (формирование почвенного слоя, круговорот веществ, фотосинтез, обеспечение среды обитания животным, растениям).

Негативные воздействия чрезмерного роста на экологическую систему:

- 1) ресурсы не успевают самовосстанавливаться;
- 2) разрушается мировая экосистема;
- 3) территории становятся зонами экологических бедствий;
- 4) самое сложное «изменение климата» - как следствие парникового эффекта (роста концентрации газа в атмосфере от сжигания топлива, сведение лесов, деградация лесов).

Степень изученности проблемы.

Ввиду актуальности эколого-экономических проблем в последние десятилетия научные исследования, посвященные изучению экономики и экологии в странах мира, резко возросли. Здесь можно отметить таких ученых как Д.Эсти, М.Леви, Т.Среботняк (США), В.Садков, И.Греков (Россия), У.Алекперов, Т.Алиев, Р.Гараев, К.Иманов (Азербайджан) и другие. Проблемы математического моделирования экологии, в свою очередь, были рассмотрены учеными – К.Д.Имановым, Ф.М.Гашимзаде, Г.Мамедовым, Р.А.Караевым и многими другими. Еще в 1980-х годах подобные вопросы рассматривались в Институте Систем Управления (Кибернетики) НАН Азербайджана в работах К.Д.Иманова, З.Д.Абушова, Н.М.Нариманова. Сложность объекта не позволяет охватить требуемые данные с наибольшей точностью. Вследствие этого в диссертационной работе применяется теория нечетких множеств, предложенная великим азербайджанским ученым, профессором

Л.Заде в 1965-ом году. Эта теория впервые была применена в моделировании экономики Азербайджана профессорам Р.А.Алиевым, К.Д.Имановыми другими.

Цель диссертационной работы

Исследование природной среды Азербайджана, основных ее факторов с целью достижения экологической устойчивости применением различных методов нечеткого моделирования и нахождение оптимального решения подобных проблем.

Объектом диссертационной работы является показатели факторов индекса экологической устойчивости Азербайджанской Республики. Применение методов нечеткой логики в экономических проблемах связано с тем, что для стран с трансформированной экономикой базовые данные в статистических сборниках отсутствуют или имеют очень короткий временной интервал. Ввиду этого изучение эконометрическими методами не всегда возможно.

Предметом диссертационной работы является индекс экологической устойчивости Азербайджана и распределение инвестиций между основными его факторами.

Теоретическую и методологическую основу диссертационной работы составляет работы иностранных и азербайджанских ученых и исследователей.

Информационную базу диссертационной работы составляют данные по некоторым показателям Азербайджанского Государственного Статистического Комитета, Министерства Экологии и Природных Ресурсов, Министерства Экономики, Всемирного Банка, Международного валютного фонда.

В исследовательской работе использовались методы нечетких логических выводов, метод нечеткой регрессии, метод парных сравнений Саати, метод прогноза нечетких временных рядов.

Новизна диссертационной работы состоит в следующем:

Решение задачи, соответствующей нечеткой модели эколого-экономического развития методами фазы логических выводов и фазы регрессией, дали определенные положительные результаты. Так при решении задачи методом нечетких логических выводов значение уровня дохода на душу населения (LIN) для исследуемого времени равно 2207 \$ США, что соответствует ниже средней группы по классификации Мирового Банка. При решении задачи методом

нечеткой регрессии полученное значение для этого показателя оказалось равным 2180 \$ США в 2007 году для среднего терма. Близость полученных результатов говорит об адекватности разработанной нечеткой модели эколого-экономического развития Азербайджана.

Расчет значения индекса экологической устойчивости (ESI) для Азербайджана методом нечетких логических выводов также дал результат близкий к результату расчета этого индекса Йельским и Колумбийским Университетами для Азербайджана. Это еще раз подтверждает адекватность выбора метода и использования его в вышеуказанных вычислениях.

Теоретическая и практическая ценность диссертационной работы состоит в том, что оценка индекса экологической устойчивости, его основных факторов, уровня дохода вышеуказанными нечеткими методами дает более адекватные результаты и может использоваться, например, в распределении инвестиций между основными факторами уровня дохода на душу населения – инвестиции в основной капитал, человеческий и природный капитал, а также в распределении инвестиций между основными экологическими факторами.

Апробация и практическая реализация исследовательской работы. Основные положения работы были обсуждены на международных научных конференциях, научных журналах за рубежом, а также в Республике, которые были изданы в Известиях Национальной Академии Наук Азербайджана, Экономической серии; трудах Азербайджанского Национального Комитета “Человек и Биосфера” (MaB, Юнеско) серии “Экологическая цивилизация, устойчивое развитие, окружающая среда”; французском журнале AMSE серии “Моделирование, Измерение и Управление”; журнале “Научные и педагогические известия Университета ОдларЮрду”, монографии азербайджанского ученого, доктора экономических наук, профессора К.Д.Иманова “Проблемы экономической неопределенности и fuzzy модели”, а также в пяти международных конференциях, одна из которых проходила за рубежом.

Публикации. По результатам диссертационной работы опубликовано 12 печатных работ. Две работы из них опубликованы в зарубежных журналах, одна – в монографии, пять – в материалах

Международных Конференций, одна из которых проходила за рубежом.

Основные результаты диссертационной работы.

Имея данные, выраженные в различных единицах измерения, использованием различных нечетких методов получены оптимальные решения для предложенных эколого-экономических задач.

Структура и объем работы.

Диссертационная работа состоит из введения, 3-х глав, выводов и используемой литературы. Объем диссертационной работы, включая 7 рисунков, 30 таблиц составляет 118 страниц. Количество используемой литературы равно 71.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность и значимость проблемы устойчивого развития. Определена цель диссертационной работы, описана научная новизна и практическая ценность работы. Приведена информация об апробации теоретической и практической ценности полученных результатов работы.

В первой главе “ **Вопросы моделирования устойчивого развития с учетом экологических факторов**” диссертационной работы дается представление об устойчивом развитии, описание понятия устойчивого развития, истории его возникновения и о его важности на сегодняшний день. Как известно, обеспечение устойчивого развития государства – это одна из самых важных проблем, стоящих перед человечеством. В настоящее время все страны мира пытаются привести развитие государства к устойчивому. Для этого нужно решить немало проблем в глобальном масштабе, существующих на сегодняшний день. Проведение в 1972 году в Стокгольме Конференции ООН по окружающей человека среде и создание Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП) ознаменовало включение международного сообщества на государственном уровне в решение экологических проблем, которые стали сдерживать социально-экономическое развитие. Стала развиваться экологическая политика и дипломатия, право окружающей среды, появилась новая институциональная составляющая — министерства и ведомства по окружающей среде.

Работа по внедрению принципов устойчивого развития продолжена Указом Президента Республики Азербайджан от 29 ноября 2011 года о подготовке концепции развития “Азербайджан 2020: взгляд в будущее”. В июле 2012 г. общественности был представлен проект концепции, размещенный на веб-сайте Президента Азербайджана.

Главная цель Концепции определяется следующим образом: “учетом существующих возможностей и ресурсов достичь этапа развития, характеризующегося полным обеспечением в Азербайджане устойчивого экономического роста и высокого социального благосостояния, эффективного государственного управления и верховенства закона, всех прав и свободы человека активным статусом гражданского общества в общественной жизни страны”.

В Концепции установлены следующие приоритеты:

- высококонкурентная экономика;
- усовершенствование транспортной инфраструктуры;
- сбалансированное развитие регионов;
- развитие информационно-коммуникационных технологий и переход к информационному обществу;
- развитие человеческого капитала и социальных сфер (здоровье населения и здравоохранение, современная система образования, система социальной защиты, гендерное равенство и развитие семьи);
- усовершенствование законодательства и укрепление институционального потенциала;
- развитие гражданского общества; сохранение и эффективное управление культурным наследием;
- охрана окружающей среды и экологические вопросы (сохранение биологического разнообразия;
- восстановление лесов; сокращение вредных выбросов в атмосферу и воду; оптимизация управления отходами; предотвращение опустынивания и т.д.).

Количественные целевые показатели, планируемые к достижению в 2020 г., предлагаются, среди прочего, для ВВП на душу населения (13 000 долларов США), объема экспорта по не нефтяному сектору на душу населения (1000 долларов США), среднегодовых реальных темпов роста не нефтяного ВВП (7 процентов), прироста населения (1,2 процента в год), численности населения (10,3 миллиона в 2020 г.) и т.д.

Как указано в работе впервые Индекс Экологической Устойчивости (ESI) для 146 стран мира был вычислен учеными Йельского и Колумбийского Университетов. При его вычислении используются 5 компонентов:

- Экологическая система;
- Снижение экологического стресса;
- Снижение человеческой уязвимости;
- Социальная и институциональная возможности;
- Глобальное управление.

Далее эти компоненты разделяются на 21 показатель, которые в свою очередь, состоят из 76 переменных. В результате на основе вышеуказанного вычисляется Индекс Экологической Устойчивости ESI. При вычислениях в итоге результаты даются в баллах от 0 до 100. По их результатам Азербайджан в 2005 году оказался на 99-ом месте со значением 45,4.

Российскими учеными был предложен также индекс результатов гармоничного развития общества (ИРГРО или SGDRI), который также включает в себя эти три блока. Интегральный показатель результатов гармоничного развития общества предлагается рассчитывать по формуле:

$$SGDRI = \sqrt[3]{I_1 * I_2 * I_3}$$

где $SGDRI$ – интегральный показатель результатов гармоничного развития общества; $I_1 * I_2 * I_3$ - соответственно социальный, экологический и экономический индексы. Расчет индексов по каждой из сфер (социальный, экологический и экономический) предлагается производить по формуле:

$$I_j = \sqrt[n]{J_1 * J_2 * \dots * J_n}$$

где J_n - подиндекс показателя n .

Расчет подиндексов производится по индивидуальным методикам, обеспечивающим интервал значений каждого из подиндексов $0 \div 1$. Отметим также, что в расчетах интегрального показателя ИРГРО следует использовать среднее геометрическое его составных частей, т.к. использование среднего геометрического позволяет оценить не просто развитие, а пропорциональное, гармоничное развитие.

Как уже отмечалось, ИРГРО включает в себя три блока, которые включают в себя следующие подиндексы: 1) Индекс развития социальной сферы (ИРСС); 2) Индекс развития экологической сферы (ИРЭКС); 3) Индекс развития экономической сферы (ИРЭКС).

Рассматривается интересующий индекс - индекс развития экологической сферы (ИРЭКС).

Российскими учеными для расчета индекса развития экологической сферы были выбраны 2 компонента. ESI – “Экологическая система” и “Снижение экологического стресса”, так как первый компонент отражает состояние экологической сферы во всех ее средах, а второй происходящие изменения давления человека на экологию.

В свою очередь компонент “Экологическая система” включает в себя следующие индикаторы: 1) Качество атмосферы; 2) Качество воды; 3) Количество воды; 4) Биологическая вариативность; 5) Земля;

А компонент “Снижение экологического стресса” включает следующее: 1) Уменьшение атмосферных выбросов; 2) Уменьшение стресса на экосистему; 3) Уменьшение стресса на население; 4) Уменьшение выбросов и отходов; 5) Уменьшение стресса на водные ресурсы; 6) Управление природными ресурсами.

Каждый индикатор, входящий в представленные подиндекс (компоненты), состоит в свою очередь из показателей. Для расчета 2-х вышепредставленных компонентов используется 38 показателей, что является $\frac{1}{2}$ частью всех используемых показателей.

Расчет индекса развития экологической сферы по методике ESI отличается тем, что из пяти компонентов использовались два компонента, которые на взгляд российских ученых наиболее важны.

Поскольку ИРЭКС включает в себя большое количество разнородных показателей, необходимо более ответственно подойти к проблеме стандартизации и нормализации данных. Для этого все первоначальные данные (показатели) тестируются на нормальность распределения и при необходимости преобразуются (например, путем логарифмирования), что устраняет асимметрию распределения и гетероскедастичность остатков. Далее преобразованные ряды стандартизируются по формуле:

$$z = \frac{x - \bar{x}}{\sigma}$$

где z - стандартизированные значения показателей; x - фактическое значение показателя; \bar{x} - среднее значение показателя по выборке; σ - стандартное отклонение показателя.

Данная формула используется, если более высокие значения показателя соответствуют более благополучному состоянию экологии. Если более низкие значения показателя являются с позиции экологии лучшими (например, объем выбросов), то в числителе применяется обратная разница, т.е. из среднего значения вычитается фактическое значение показателя.

Далее, находятся индикаторы, как простое среднеарифметическое стандартизированных показателей в него.

Подиндексы рассчитываются как простое среднеарифметическое индикаторов, преобразованные в функцию нормального распределения (в этом случае диапазон изменения подиндексов составляет $0-1$). И, наконец, учитывая, что эти выбранные 2 компонента включают 38 показателей, расчет и последовательность вычислений очень сложный и длинный, и поэтому не приводится здесь. На основе отчета ESI вычисляется среднегеометрическое значение этих 2-х компонентов, что в итоге даст результат значения Индекса развития экологической сферы. Данный индекс рассчитан для 94 стран

Во второй главе **“Анализ влияния экологических факторов на устойчивое развитие страны”** диссертационной работы дается представление об окружающей природе Азербайджана, ее состоянии на сегодняшний день, приоритетные проблемы, стоящие перед нами. А также проводится анализ показателей природной среды Азербайджана и диверсификация экономики при сохранении окружающей среды.

В третьей главе **“Нечеткие модели эколого-экономического развития и распределения инвестиций между основными экологическими факторами”** предлагаются несколько эколого-экономических моделей и пути их разрешения различными нечеткими методами.

Как известно теория нечетких множеств впервые была предложена известным азербайджанским ученым, профессором Л.Заде в 1965-ом году. Впервые, в моделировании экономики Азербайджана эта теория была использована азербайджанскими учеными, докторами физико-математических и экономических наук,

профессорами Р.А.Алиевым и К.Д.Имановым еще в 2000-х годах и получены научные результаты, опирающиеся на практическом применении нечеткой логики в макроэкономических исследованиях. Надо отметить, что эта теория уже также применяется при производстве продукции таких известных мировых компаний, как Motorola, GeneralElectric, PacificGasandElectric, Ford.

Фазы (нечеткий) подход к определению индекса экологической устойчивости.

В сентябре 2000-го года на Саммите Тысячелетия ООН была принята декларация тысячелетия. Это напряженный план действий, в котором сформулировано 8 конкретных целей с точной временной привязкой, 18 задач и 48 индикаторов. Седьмой целью этой конференции является обеспечение экологической устойчивости.

В последние годы для определения индекса экологической устойчивости для отдельных стран учеными Йельского и Колумбийского Университетов США и России предложены индексы экологической устойчивости. Для вычисления индекса экологической устойчивости (ESI) в первичном этапе используются 76 индикаторов, которые группируются в 21 подсистему. Далее на основании этих подсистем формируются следующие 5 блоков: 1) Экологическая система; 2) Снижение экологического стресса; 3) Снижение уязвимости человека; 4) Социальная и институциональная возможности; 5) Глобальный надзор.

Далее, интегрируя результаты расчетов по 5-ти вышеуказанным блокам, вычисляется индекс экологической устойчивости. Учеными Йельского и Колумбийского Университетов США с этой целью предложен также индекс экологического состояния (EPI). Этим методом на основании 25 индикаторов первоначально вычисляется 6 стратегических категорий. Далее эти 6 категорий интегрируются в 2 объектах (жизнеспособность окружающей среды, состояние окружающей среды), на основании которых вычисляется индекс экологического состояния. Российскими учеными предложен индекс развития экологической сферы (IES), подиндексами которого являются следующие сферы:

«Экологическая система» включает в себя индикаторы: 1) Качество атмосферы; 2) Качество воды; 3) Количество воды; 4) Биологическая вариативность; 5) Земля.

«Снижение экологического стресса» включает индикаторы:1) Уменьшение атмосферных выбросов;2) Уменьшение стресса на экосистему;3) Уменьшение стресса на население; 4) Уменьшение выбросов и отходов; 5) Уменьшение стресса на водные ресурсы;6) Управление природными ресурсами.

Каждый индикатор, входящий в представленные индексы, состоит в свою очередь из показателей. В общей сложности для расчета двух поставленных компонентов (подиндексов) используется 38 показателей. При вычислении вышеуказанных экологических индексов используются методы математической статистики.

В данной работе мною предложен метод нечеткой логики определения **индекса экологической устойчивости**. С этой целью на основании 14 показателей определяется 6 стратегических категорий.

Постановка задачи.

Используя технологию нечетких (фази) логических выводов необходимо определить индекс экологической устойчивости (ESI) Фази модели.

Выходным параметром модели является ESI. Входными параметрами являются следующие:

- Индекс качества воздуха;
- Индекс качества воды;
- Индекс качества земли;
- Индекс биоразнообразия;
- Индекс экологического ущерба, полученный от загрязнения окружающей среды;
- Индекс инвестиций на защиту окружающей природной среды.

Каждая стратегическая категория представлена следующими показателями.

Категория 1. Индекс качества воздуха:

- 1.1 Среднегодовой SO_2 –мкг/м³;
- 1.2 Среднегодовой NO_2 - мкг/м³;
- 1.3 Среднегодовой TSP - мкг/м³.

Категория 2. Индекс качества воды

- 2.1 Миллиграмм разжиженного кислорода на литр воды;
- 2.2 Количество пресной воды на душу населения;

2.3 Процент национальной территории, где потребление воды превышает 40 % от всех доступных вод.

Категория 3. Индекс качества земли

3.1 Процент территории с низким антропогенным воздействием (включая внутренние воды);

3.2 Процент земель с очень высоким антропогенным воздействием (включая внутренние воды);

3.3 Среднегодовое изменение территории, занятой лесами (в процентах от общей территории).

Категория 4. Индекс биоразнообразия..

4.1 Охраняемые территории (в процентах от общей территории);

4.2 Процент территории страны, находящейся в зоне повышенного экологического риска;

4.3 Индекс национального биоразнообразия.

Категория 5. Индекс экологического ущерба.

5.1 Ущерб от CO₂ и твердых частиц (в процентах от ВВП)

Категория 6. Индекс инвестиций на защиту окружающей природной среды.

6.1 Инвестиции на защиту окружающей природной среды.

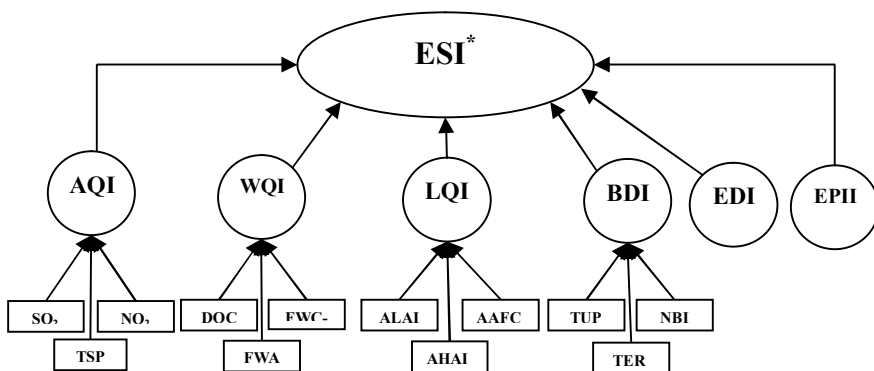


Рисунок 1. Функциональная схема модели.

Алгоритм решения задачи.

Все параметры каждого блока необходимо выразить лингвистическими переменными и используя метод нечетких логических выводов будем определять индекс экологической устойчивости (ESI).

Для построения параметров функции принадлежности используется треугольная функция принадлежности:

$$\mu(x, a, b, c) = \max\left(\min\left(\frac{x-a}{b-a}, \frac{c-x}{c-b}\right), 0\right)$$

где b - центр, отрезок $[a, c]$ - основание треугольника.

Терм-множества входных параметров – индекс качества воды, индекс качества земли, индекс биоразнообразия, и выходной параметр – индекс экологической устойчивости (ESI) определены в отрезке $[0, 100]$ и им соответствуют следующие термы: неустойчивый, слабо устойчивый, ближе к устойчивому, устойчивый (таблица в работе).

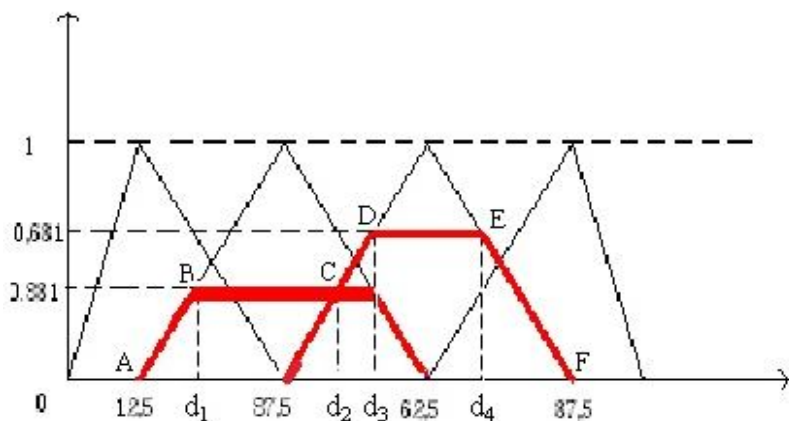
Интервалы 14 показателей стратегических категорий, соответствующих отдельным термам определены на основании стандартов предельно допустимого концентрата (ПДК), предельно допустимых выбросов (ПДВ) и экологических целей декларации тысячелетия.

Используя терм-множества были составлены нечеткие правила. Правила соответствующих блоков даны в таблице в тексте работы.

Используя показатели экосистемы Азербайджана на 2005-2007 гг. произведены точечные расчеты вычисления индекса экологической устойчивости.

Для вычисления значения индекса экологической устойчивости для нахождения значений индекса качества воздуха, индекса качества воды, индекса качества земли и индекса качества биоразнообразия методом нечетких логических выводов решены 4 задачи. А значения двух других входных параметров - индекса экологического ущерба и индекса инвестиций на охрану окружающей среды были заданы как экспертные оценки на основании статистической информации. Результаты решения этих задач послужили входными параметрами для нахождения индекса экологической устойчивости.

Далее, соответственно этапам фазы моделирования, произведена композиция геометрических фигур, соответствующих фазы правилам, которая иллюстрируется на рисунке.



Фазы (нечеткое) число, соответствующее ESI.

При дефазификации центроидным методом получено значение индекса качества воздуха – 37.5 (слабо устойчивый), индекс качества воды – 62.5 (ближе к устойчивому), индекс качества земли – 53.65 (ближе к устойчивому), индекс экологического биоразнообразия – 62.5 (ближе к устойчивому), индекс экологического ущерба и индекс инвестиций на защиту окружающей природной среды соответственно равны 3.5 (высокий) и 0.05 (не устойчивый), индекс экологической устойчивости – 37.5, которое соответствует терму «слабо устойчивый».

Полученное значение индекса экологической устойчивости, терм которого есть «слабо устойчивый», соответствует интервалу 25-50.

Как видно из полученных результатов решение задачи методом нечетких логических выводов соответствуют результатам вычисления Йельского Университета (ESI) и Колумбийского Университета (EPI) по Азербайджану соответственно равны 45.4 и 55.7, а также результатам вычисления российскими учеными индекса развития экологической сферы ES, равным 55 и соответствуют интервалу терм-множества «слабо устойчивый». Основным фактором, влияющим на низкое значение индекса экологической устойчивости, полученное нами, есть малое количество индикаторов и стратегических категорий.

Для вычисления индекса экологической устойчивости пользуются значениями многих показателей, среди которых

основными являются показатели устойчивостей качества воздуха, качества воды, качества земли и биоразнообразия рассматриваемого региона, причём показатели качества воздуха и воды в силу объективных причин доминируют над остальными. Другими словами, из оценок уровней устойчивости этих показателей складывается общая оценка категории «экологическая устойчивость».

Очевидно, что оценка экологической устойчивости является многокритериальной процедурой, подразумевающей применение композиционного правила агрегирования оценки каждого региона на основе доступной информации о качествах воздуха, воды, земли и биоразнообразии. Как правило, эти данные являются слабо структурированными и поэтому для их адекватного представления целесообразно использовать нечёткие числа (нечёткие переменные).

Для оценки показателей устойчивости качества воздуха, качества воды, качества земли и биоразнообразия выберем пять уровней (признаков) сравнения: u_1 – низкий; u_2 – ниже среднего; u_3 – средний; u_4 – выше среднего; u_5 – высокий. Проще говоря, под множеством $A = (u_1, u_2, u_3, u_4, u_5)$ будем понимать множество признаков, по которым классифицируются уровни устойчивости этих показателей. Тогда, полагая критерии оценки нечёткими множествами, процедуру многокритериальной оценки экологической устойчивости осуществим с использованием достаточного набора нечётких имплицативных правил вида «Если ..., тогда ...» и на их основе установим для нее соответствующую шкалу градации. Далее, в масштабе данной шкалы осуществим количественную оценку экологической устойчивости региона.

Оценка альтернатив в нечёткой информационной среде

Рассмотрим задачу точечной оценки альтернатив в условиях доступной нечёткой информации. Для её компьютерной реализации воспользуемся одним из методов нечёткого вывода, сущность которого состоит в следующем.

Пусть U является множеством элементов, \tilde{A} – его нечётким подмножеством, степень принадлежности элементов определяется соответствующими значениями в интервале $[0,1]$. Предположим, что множество решений (альтернатив) можно характеризовать совокупностью критериев x_1, x_2, \dots, x_p , то есть значениями лингвистических переменных, определенных на базовом множестве U_1, U_2, \dots, U_p соответственно. Например, в нашем случае

значением «устойчиво» лингвистической переменной $x_1=Качество$ $воздухасо$ значением«низкое», $x_2=Качество$ $воздухасо$ значением«среднее» и так далее. Набор из нескольких критериев с соответствующими значениями характеризует представления лица, принимающего решение (ЛПР) об удовлетворительности решения. Переменная S «удовлетворительность» также является лингвистической. Пример высказывания:

«Если $x_1=Низкое$ и $x_2=Хорошее$, то $S=Высокое$ ».

В общем случае высказывание имеет вид:

$$d_i: \text{«Если } x_1=\tilde{A}_{1i} \text{ и } x_2=\tilde{A}_{2i} \text{ и } \dots x_p=\tilde{A}_{pi}, \text{ то } S=\tilde{B}_i \text{»} \quad (1)$$

Далее обозначим пересечение $x_1=\tilde{A}_{1i} \cap x_2=\tilde{A}_{2i} \cap \dots \cap x_p=\tilde{A}_{pi}$ в виде $x=\tilde{A}_i$. В нечетком случае операция пересечения нечётких множеств определяется нахождением минимума соответствующих значений их функций принадлежности, т.е.

$$\mu_{\tilde{A}_i}(v) = \min_{v \in V} (\mu_{\tilde{A}_{1i}}(u_1), \mu_{\tilde{A}_{2i}}(u_2), \dots, \mu_{\tilde{A}_{pi}}(u_p)), \quad (2)$$

где $V = U_1 \times U_2 \times \dots \times U_p$; $v = (u_1, u_2, \dots, u_p)$;

$\mu_{\tilde{A}_{ji}}(u_j)$ – степень принадлежности элемента u_j нечёткому множеству \tilde{A}_{ji} . Тогда высказывания (3) можно представить в более компактном виде:

$$e_i: \text{«Если } x = \tilde{A}_i, \text{ тогда } S = \tilde{B}_i \text{»} \quad (3)$$

С целью обобщения обозначенных высказываний обозначим базовые множества U и V в виде множества W . Тогда \tilde{A}_i соответственно будет нечётким подмножеством базового множества W , а \tilde{B}_i – нечётким подмножеством единичного интервала $I=[0;1]$.

Для реализации правил используется операция импликации. В принятых обозначениях выберем импликацию Лукасевича:

$$\mu_{\tilde{H}}(w, i) = \min_{w \in W} (1, 1 - \mu_{\tilde{A}}(w) + \mu_{\tilde{B}}(i)), \quad (4)$$

где \tilde{H} – нечёткое подмножество на $W \times I$; $w \in W$ и $i \in I$.

Аналогичным образом рассуждения (правила) $\mathcal{E}_1, \mathcal{E}_2, \dots, \mathcal{E}_q$ транспонируются в соответствующие нечёткие множества $\tilde{H}_1, \tilde{H}_2, \dots, \tilde{H}_q$. При этом, обозначая их пересечение как $\tilde{D} = \tilde{H}_1 \cap \tilde{H}_2 \cap \dots \cap \tilde{H}_q$, для каждой пары $(w, i) \in W \times I$ получим:

$$\mu_{\tilde{D}}(w, i) = \min_{w \in W} (\mu_{\tilde{H}_j}(w, i)),$$

$$j = \overline{1, q}. \quad (5)$$

Далее опишем способ выбора альтернатив, каждая из которых описывается нечётким подмножеством \tilde{A} из W , можно определить через композиционное правило вывода:

$$\tilde{G} = \tilde{A} \circ \tilde{D}, \quad (6)$$

где \tilde{G} является нечётким подмножеством единичного интервала I . Тогда в итоге имеем:

$$\mu_{\tilde{G}}(i) = \max_{w \in W} (\min \mu_{\tilde{A}}(w), \mu_{\tilde{D}}(w, i)). \quad (7)$$

Сравнение альтернатив осуществляется на основе их точечных оценок. С этой целью в начале для нечёткого подмножества $\tilde{A} \subset I$ определяются α -уровневые множества ($\alpha \in [0; 1]$) в виде $A_\alpha = \{i | \mu_{\tilde{A}}(i) \geq \alpha, i \in I\}$. Затем для каждого из них определяются средние значения соответствующих элементов $M(A_\alpha)$. В общем случае

для множества, состоящего из n элементов, $M(A_\alpha) = \sum_{j=1}^n \frac{i_j}{n}, i_j \in A_\alpha$. В

частности, для $A_\alpha = \{\alpha \leq i \leq b\}$ имеет место $M(A_\alpha) = (a+b)/2$. В случае

же $0 \leq a_1 \leq b_1 \leq a_2 \leq b_2 \leq \dots \leq a_n \leq b_n \leq 1$ и $A_\alpha = \bigcup_{j=1}^n \{a_j \leq i \leq b_j\}$

$$M(A_\alpha) = \frac{\sum_{j=1}^n \frac{a_j + b_j}{2} (b_j - a_j)}{\sum_{j=1}^n (b_j - a_j)}.$$

Таким образом, точечную оценку нечёткого множества (альтернативы) \tilde{C} можно получить из равенства:

$$F(\tilde{A}) = \frac{1}{\alpha_{\max}} \int_0^{\alpha_{\max}} M(A_\alpha) d\alpha,$$

где α_{\max} – максимальное значение на \tilde{A} .

При выборе альтернатив для каждой из них находится удовлетворительность и вычисляется соответствующая точечная оценка. Лучшей считается альтернатива с наибольшим ее значением.

Анализ показателей экологической устойчивости методом парных сравнений Саати.

Экологическая устойчивость - способность экологической системы сохранять свои свойства и параметры режимов в условиях действующих внутренних и внешних возмущений. Нередко экологическая устойчивость рассматривается как синоним стабильности.

С возрастом антропогенного воздействия на окружающую среду повышается актуальность разработки адекватных систем природоохранных мероприятий. В процессе оптимизации качества окружающей среды возникает проблема оценки эколого-экономической эффективности природоохранных мероприятий. При этом последние оправданно рассматривать с позиций инвестиционных проектов (ИП) и, соответственно, применять к ним имеющиеся подходы и аналитические методы.

На основе нечеткой модели для установления индекса экологической устойчивости природной среды предлагается методика определения относительных весовых коэффициентов основных его факторов и их приоритетность для сбалансированного финансирования.

Определение весовых характеристик факторов экологической устойчивости

Построение функции принадлежности на основе парных сравнений основывается на предположении суждений экспертов о значимости критериев, влияющих на формирование свойства, описываемого нечётким термом состояния окружающей среды. Значения (экспертные оценки) задаются по девятибалльной шкале Саати. Она формируется следующим образом.

Значения, задаваемые шкалой Саати

Числовая оценка (a_{ij})	Качества оценки (сравнение r_i и r_j)
1	Отсутствие преимущества r_i над r_j
3	Слабые преимущества r_i над r_j

5	Существенные преимущества r_i над r_j
7	Явные преимущества r_i над r_j
9	Абсолютные преимущества r_i над r_j
2,4,6,8	Промежуточные сравнительные оценки

В нашем случае (оценка экологического состояния ESI) имеются 4 основных показателя: качество воздуха - AQI, воды - WQI, биоразнообразие - EBI и земли - LQI. Матрица строится по относительным оценкам рангов $\frac{r_i}{r_j} = a_{ij} (i, j = \overline{1,4})$. Она обладает следующими свойствами.

1. Диагональна $a_{ii} = 1$;
2. Элементы обратно симметричны относительно диагоналей;

$$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$$

3. Транзитивна, т.е. $a_{ik} \cdot a_{kj} = a_{ij}$

Наличие этих свойств приводит к тому, что при известности элементов лишь одной строки, можно заполнить всю матрицу.

Допустим в первом эксперименте для показателей экспертами предложены следующие значения (в возрастающем порядке) рангов 2,3,6,7 соответственно.

Матрица в этом случае будет выглядеть следующим образом:

$$A = \begin{vmatrix} 1 & \frac{2}{3} & \frac{2}{6} & \frac{2}{7} \\ \frac{3}{2} & 1 & \frac{3}{6} & \frac{3}{7} \\ \frac{6}{2} & \frac{6}{3} & 1 & \frac{6}{7} \\ \frac{7}{2} & \frac{7}{3} & \frac{7}{6} & 1 \end{vmatrix} \quad (8)$$

Для нахождения собственного вектора W и собственного значения λ матрицы находим:

$$|A - \lambda E| = \lambda^4 - 4\lambda^3 - 6.167\lambda^2 + 8.141\lambda - 1.328 = 0$$

Применяя итерационную процедуру для нахождения максимального собственного числа λ_{\max} и связанного с ним собственного вектора (W), вычислим значения λ , воспользуясь программой Excel графическим изображением полинома IV степени. Из оценок λ' максимальным значением оказалось $\lambda'_{\max} = 4.95$. Штрих над λ' указывает на номер эксперимента. Эта оценка λ'_{\max} удовлетворяет условию $\lambda' \geq n$ ($n = 4$), но она не полностью удовлетворяет принципу согласованности, т.е. значение для λ получилось не очень близким к 4-м. Идеальной была бы оценка $\lambda' = 4$.

Тогда предположим, что во втором эксперименте ранги для критериев выбираются по - иному. Баллы распределены следующим образом:

1 бал - для качества земли (LQI), 2 бала – для показателя качества биоразнообразия (EBI), 6 баллов - показателям качества воздуха (AQI) и 7 баллов – для показателя качества воды (WQI).

Матрица парных сравнений (матрица B) во втором эксперименте будет выглядеть так:

$$B = \begin{pmatrix} 1 & 1/2 & 1/6 & 1/7 \\ 2 & 1 & 2/6 & 2/7 \\ 6 & 3 & 1 & 6/7 \\ 7 & 7/2 & 7/6 & 1 \end{pmatrix} \quad (9)$$

Вычислим собственное значение для матрицы B .

$$|B - \lambda E| = \begin{vmatrix} 1-\lambda & 1/2 & 1/6 & 1/7 \\ 2 & 1-\lambda & 2/6 & 2/7 \\ 6 & 3 & 1-\lambda & 6/7 \\ 7 & 7/2 & 7/6 & 1-\lambda \end{vmatrix} = \lambda^4 - 4\lambda^3 - 8 = 0$$

Для этого решим уравнение относительно λ'' . Находим для собственного значения матрицы B следующие оценки:

$$\lambda_1'' = -1.776, \lambda_2'' = 4.1148 \Rightarrow \lambda_{\max}'' = 4.1148 \quad (10)$$

На основе $\lambda_{\max}'' - 4 = 4.1148 - 4 = 0.1148$ выходит:

значение λ'' указывает на то, что согласованность суждений экспертов дает более высокую оценку.

Собственный вектор $w = (w_1, w_2, w_3, w_4)$, соответствующий $\lambda = 4.1148$, определяется следующим образом:

$$w_1(LQI) = 0.069; w_2(EBI) = 0.124; w_3(AQI) = 0.372; \\ w_4(WQI) = 0.434$$

Собственный вектор W , соответствующий $\lambda = 4.1148$ равен

$$W = (0.069; 0.124; 0.372; 0.434)$$

Значения W являются весовыми коэффициентами экологических факторов качества земли (LQI), качества биоразнообразия (EBI), качества воздуха (AQI) и качества воды (WQI) соответственно.

Значения функции принадлежности нечеткого множества «Экологическое состояние» приведем в табличном виде (табл.1):

Значения функции принадлежности нечеткого множества «Экологическое состояние»

Таблица 1

W	LQI	EBI	AQI	WQI
Субнормальное фазимножество	0.069	0.124	0.372	0.434
Нормальное фазимножество	0.159	0.286	0.857	1

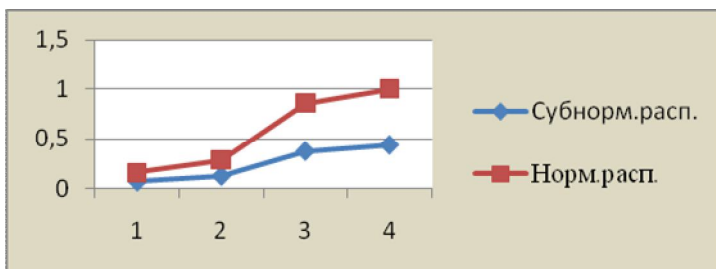


Рис.2 График функции принадлежности нечеткого множества «Экологическое состояние»

Таким образом, используя полученные результаты, проведем некоторые сравнения со статистическими данными по экологии Азербайджана за 2000-2006-е гг.(табл.2)

Затраты на экологию в Азербайджанской Республике (тыс. AZN)

Таблица 2

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
LQI	293.2	328.7	34.1	136.2	100.0	98.6	439.4
AQI	825.9	177.1	1426.1	879.1	204.8	1503.9	1601.9
WQI	603.6	765.3	944.7	1949.8	1706.5	1309.8	6838.1
EBI	301.4	371.0	321.3	434.8	398.4	1026.0	1544.4
TOTAL	2024.1	1624.1	2726.2	3399.9	2409.7	3938.3	10423.8

Источник: Государственный Статистический Комитет Азербайджанской Республики (www.stat.gov.az).

Производя деление капиталовложений по каждому фактору на общие инвестиции, мы получим итоговое распределение весов экологических факторов по годам (табл.3).

Весовое распределение факторов экологической устойчивости

Таблица 3

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
LQI	0,1449	0,2002	0,0125	0,0401	0,0415	0,0250	0,0422
AQI	0,4080	0,1079	0,5231	0,2586	0,0850	0,3819	0,1537
WQI	0,2982	0,4660	0,3465	0,5735	0,7082	0,3326	0,6560
EBI	0,1489	0,2259	0,1179	0,1279	0,1653	0,2605	0,1482
TOTAL	1	1	1	1	1	1	1

Результат и предложения.

Как видно из приведенных расчетов распределение весовых коэффициентов факторов экологической устойчивости по результатам статистических данных существенно отличаются от наших, так как распределение инвестиций на протяжении 2000-2006-х гг. осуществлялось по остаточному принципу. Мы же предлагаем обоснованный подход для установления сбалансированного инвестирования в улучшение экологии республики, опирающийся на адекватные нечеткие модели экологической устойчивости природной среды.

Вместе с этим следует отметить, что предлагаемая методика распределения инвестиций по основным статьям экологической безопасности не является оптимальной, т.к. сама базовая нечеткая модель для вычисления индекса экологической устойчивости природной среды не является полностью адекватной. Для повышения степени достоверности распределения весовых коэффициентов факторов экологической устойчивости данную модель необходимо протестировать на предмет оптимальности ее выходных параметров.

Таким образом, следует отметить, что хоть предлагаемый подход и не претендует на оптимальность, но чисто произвольным его также нельзя назвать, так как используемые нечёткие имплицативные правила характеризуются своей достаточностью и непротиворечивостью.

Выводы.

Метод нечетких выводов определения индекса экологической устойчивости за счет введенных терм-множеств, более адекватно описывает процесс формирования этого индекса. Для увеличения точности полученных результатов необходимо увеличить число индикаторов и стратегических категорий.

На основании проведенных подходов нами определен аспект неопределенности методом нечеткой логики. При помощи четкой логики мы определили четкие результаты решения на основании нечеткой информации.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1)

В

работе дан научно-обоснованный анализ состояния эколого-

экономической системы региона посредством вычисления экологической устойчивости применением модели нечеткого вывода ESI теории нечетких множеств.

- 2) Выявлены наиболее действующие факторы улучшения состояния устойчивости окружающей среды и ранжирования их по значимости с использованием модели многокритериального выбора альтернатив в нечеткой среде.
- 3) Применены косвенные методы определения функции принадлежности (метод одного эксперта – метод парных сравнений Саати) для системы основных экологических с целью улучшения экологического состояния региона установлены необходимые объемы капиталовложений в каждую составляющую.
- 4) Решена задача определения будущих инвестиций в охрану окружающей среды посредством применения нечеткой модели временных рядов.

По результатам диссертационной работы опубликовано 12 печатных работ.

1. G.C.Imanov, Y.H.Hasanli, S.M.PurRiza, The fuzzy model of ecological-economic development/ First International Conference on Soft Computing Technologies in Economy, November 19-20, 2007, Baku, 93–99 pp.
2. G.C. İmanov, A.F. Mansurov, S.M. Pur Riza, Fuzzy approach to estimation of the environmental sustainability index/ Proceedings materials of the Eight International Conference on Application of Fuzzy Systems and Soft Computing, 1-3 September 2008, Helsinki, Finland,207 – 212 pp.
3. R.R.Rzaev, S.M.PurRiza, M.M.Murtuzayeva, Estimation ecological sustainability index on the base of fuzzy logic/ The third international conference “Problems of cybernetics and informatics”, 6-8 September 2010, Baku,217-220 pp.

4. С.М.Пур Риза, Об одном подходе к оценке взвешенных факторов природной среды // Известия Национальной Академии Наук Азербайджана, №6, 2010, Баку, стр. 105 – 108.
5. С.М.Пур Риза, М.М.Муртузаева, Анализ показателей экологической устойчивости методом парных сравнений Саати// Известия Национальной Академии Наук Азербайджана, Экономическая серия, 2011, Баку, стр. 41 – 45.
6. G.C.İmanov, S.M.Pur Riza, Fuzzy approach to the estimation of the ecological sustainability index and investments distribution// AMSE journals - Modelling, Measurement & Control,D, Vol.32, № 1,2, 2011, Paris, France, 20 – 33 pp.
7. S.M.PurRiza, M.M.Murtuzayeva, Application Saaty pair comparisons method to the investments distribution in parameters of ecological sustainability/IV International Conference “Problems of Cybernetics and Informatics”, September 12-14, 2012, Baku, Azerbaijan, 214 – 216 pp.
8. G.C.İmanov, S.M.Pur Riza, Fuzzy estimation of the investments distribution between main parameters of ecological sustainability//Proceeding of the “Man and Biosphere” (MaB, UNESCO) Azerbaijan National Committee, Ecological civilization, Sustainable development, Environment, Vol. 8, 2012, Azerbaijan, 143 – 152 pp.
9. К.Д.Иманов, М.М.Муртузаева, С.М.ПурРиза, Оценка природного капитала Азербайджана//Proceeding of the “Man and Biosphere” (MaB, UNESCO) Azerbaijan National Committee, Ecological civilization, Sustainable development, Environment, Vol. 9, 2013/14, Azerbaijan, стр. 66 – 75.
10. К.Д.Иманов, М.М.Муртузаева, С.М.ПурРиза, Метод нечеткой логики оценки качественных параметров социальных систем./ Государственный Статистический Комитет Азербайджанской Республики, Статьи и тезисы научно-практической конференции «Статистика и общество», 28 Ноября, 2014, Баку, стр. 28 – 33.
11. G.C.İmanov, M.M.Murtuzayeva, S.M.Pur Riza, First order fuzzy forecasting model for calculation of volume of expenses for protection of natural environment// AMSA-Advances in

Mathematical Sciences and Applications, Vol.24, №2, Gakkotosho, Tokyo, Japan, 2014, 215-222 pp.

12. S.M.PurRiza, R.A.Yusifzade, Fuzzy TOPSIS method for estimation of Ecological Quality Index//“OdlarYurdu” Universitetinin “Elmivəpedaqojixəbərləri” jurnalı, № 42, 2015,Bakı, səh. 346-353.

PUR RİZA SAMİR MƏSUD OĞLU

**EKOLOJİ FAKTORLARI NƏZƏRƏ ALMAQLA
AZƏRBAYCANINDAYANIQLI İNKİŞAFININ FAZİ
MODELLƏŞDİRİLMƏSİ**

Xülasə

Girişdə dayanıqlı inkişaf probleminin əhəmiyyəti və aktualığı əsaslandırılır. Dissertasiya işinin məqsədi müəyyənləşdirilir, elmi yeniliyi və praktiki əhəmiyyəti göstərilir. Alınmış nəticələrin nəzəri təsdiqi və praktiki əhəmiyyəti haqqında məlumat verilir.

Dissertasiya işinin birinci fəslində **“Ekoloji faktorları nəzərə almaqla dayanıqlı inkişafın modelləşdirmə məsələləri”** dayanıqlı inkişaf haqqında anlayış təsvir olunur, onun yaranma tarixi, bu gün üçün əhəmiyyəti geniş izah olunur. Məlumdur ki, dövlətin dayanıqlı inkişafının təmin olunması insanlıq qarşısında duran ən əsas məsələlərdəndir. Müasir dövrdə bütün dünya ölkələrində dövlətin inkişafını dayanıqlı vəziyyətə gətirməyə cəhd edilir. Bunun üçün bir çox problemləri eyni zamanda və qlobal miqyasda həll etmək məcburiyyəti yaranır.

İşin ikinci **“Ekoloji faktorların ölkənin davamlı inkişafına təsirinin təhlili”** fəslində Azərbaycanın ətraf mühitinin təsviri verilir, bugünkü vəziyyətin prioritet məsələləri açıqlanır. Həmçinin Azərbaycanın təbii ətraf mühitin göstəricilərinin təhlili və ətraf mühiti qorumaqla iqtisadiyyatın diversifikasiyası araşdırılır.

İşin üçüncü **“İqtisadi-ekoloji inkişafın və əsas ekoloji faktorları arasında investisiyaların paylanması fazi modelləri”** fəslində bir neçə iqtisadi-ekoloji modellər və müxtəlif fazi üsullarla onların həll yolları təklif olunur. Alınan nəticələr müəyyən modellərinin məsələlərin həllində daha optimal qərar qəbul etməyə imkan verir. Bu yenə də müxtəlif modellərdə fazi üsulların tətbiqinin üstünlüyünü göstərir.

PUR RIZA SAMIR MASUD OGLU

**FUZZY MODELLING OF SUSTAINABLE
DEVELOPMENT OF AZERBAIJAN TAKEN INTO ACCOUNT
ECOLOGICAL FACTORS**

Summary

In the introduction the urgency and importance of the problem of sustainable development is substantiated. The purpose of the thesis, as well as the scientific novelty and practical value of the work is demonstrated. It also provides information about testing the theoretical and practical value of the results.

In the first chapter the thesis called "**Issues of modeling sustainable development by taking into account environmental factors**" gives an idea of the conception of sustainable development, and describes the history of its origin and its importance today. As you know, the provision of sustainable development of the state is one of the most important issues facing humanity. Currently, all countries are trying to lead development of the state to a sustained position. With this purpose we need to solve a lot of problems simultaneously and on a global scale.

In the second chapter called "**Analysis of the impact of environmental factors on the sustainable development of the country**", thesis gives an idea of the natural environment of Azerbaijan and it states the priority problems facing us today. As well as the analysis of indicators of the environment of Azerbaijan and the diversification of the economy while protecting the environment has been investigated in the chapter.

The third chapter called "**Fuzzy models of ecological and economic development and the distribution of investments between the main environmental factors**" offers several ecological-economic models

and ways of solving them using different fuzzy methods. The obtained results make it possible to make better decisions in solving problems of relevant models. This once again shows the advantages of using fuzzy techniques in various models.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

БАКИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

ПУР РИЗА САМИР МАСУДОГЛЫ

**НЕЧЕТКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОГО
РАЗВИТИЯ АЗЕРБАЙДЖАНА
С УЧЕТОМ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ**

Специальность 5302.01 – Эконометрия

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
доктора философии по экономике

BAKY – 2016

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZİRLİYİ
BAKİ DÖVLƏT UNİVERSİTETİ**

Əlyazma hüququnda

PUR RİZA SAMİR MƏSUD OĞLU

**EKOLOJİ FAKTORLARI NƏZƏRƏ ALMAQLA
AZƏRBAYCANIN DAYANIQLI İNKİŞAFININ
MODELLƏŞDİRİLMƏSİ**

5302.01 – Ekonometriya

İqtisad üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi
almaq üçün təqdim olunmuş dissertasiyanın

A V T O R E F E R A T I

BAKI – 2016