

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра дискретной математики и информационных технологий

**РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ И МОДУЛЕЙ
ПРИЛОЖЕНИЯ «МИРЗ»**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 421 группы
направления 09.03.01 — Информатика и вычислительная техника
факультета КНиИТ
Дорофеева Дмитрия Александровича

Научный руководитель
старший преподаватель

М. В. Белоконь

Заведующий кафедрой
доцент, к. ф.-м. н.

Л. Б. Тяпаев

Саратов 2025

ВВЕДЕНИЕ

Современное развитие цифровых технологий оказывает значительное влияние на управление социально-экономическими процессами, в том числе в аграрном секторе. Земельные отношения представляют собой важнейший элемент аграрной экономики, поскольку от эффективности их регулирования зависит рациональное использование сельскохозяйственных угодий, устойчивость сельских территорий и общий уровень продовольственной безопасности страны. В условиях множественности участников земельных отношений (государственные органы, собственники, арендаторы, фермерские хозяйства и т.д.) возникает необходимость в моделировании и анализе институциональных взаимодействий между ними.

Актуальность темы обусловлена тем, что существующие методы управления земельными ресурсами зачастую не учитывают сложную структуру взаимных влияний между институтами и субъектами. Это может приводить к неэффективному распределению ресурсов, дублированию функций, недостаточной прозрачности и замедлению процесса принятия решений. В таких условиях когнитивное моделирование, основанное на экспертных оценках и визуализации связей, становится важным инструментом анализа. В частности, использование когнитивных матриц позволяет выявить и формализовать влияние одного элемента системы на другие, определить доминирующие факторы и потенциальные узкие места в системе институционального регулирования.

Цель выпускной квалификационной работы заключается в разработке программного обеспечения для автоматизации построения и анализа когнитивных матриц в сфере институционального регулирования земельных отношений. Приложение «МИРЗ» (Модель институционального регулирования земельных отношений) ориентировано на поддержку специалистов, принимающих решения, и позволяет упростить работу с экспертными данными, ускорить их обработку и повысить точность аналитических расчётов.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- изучить теоретические основы когнитивного моделирования и принципы построения когнитивных матриц;
- исследовать специфику институциональных взаимодействий в земель-

ных отношениях;

- разработать архитектуру и программную реализацию приложения на языке C# с использованием Windows Forms;
- реализовать функции импорта и обработки экспертных данных из Excel-файлов;
- обеспечить визуализацию транспонированных матриц и таблиц пар концептов;
- провести анализ эффективности разработанного решения и его возможных направлений применения.

Объектом исследования являются процессы институционального регулирования земельных отношений, включающие взаимодействие между субъектами, нормативной базой и механизмами воздействия. Предметом исследования выступают алгоритмы и программные средства для анализа когнитивных моделей, формируемых на основе экспертных оценок.

Практическая значимость работы заключается в возможности интеграции разработанного программного комплекса в информационные системы, используемые в аграрной политике и управлении земельными ресурсами. Приложение может быть использовано в исследовательских, образовательных и управленческих целях для оценки эффективности действующих институтов и выработки предложений по их оптимизации.

Выпускная квалификационная работа состоит из трёх глав. В первой главе рассмотрены теоретические основы когнитивного моделирования и его применение в анализе институциональных систем. Во второй главе исследована структура и специфика земельных отношений в аграрном секторе, а также методика сбора и интерпретации экспертных оценок. В третьей главе описана программная реализация приложения «МИРЗ», включая архитектуру, ключевые функции и особенности интерфейса. В завершении сформулированы выводы, подведены итоги исследования и обозначены направления дальнейшего развития.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первом разделе рассматриваются теоретические аспекты когнитивного моделирования как инструмента анализа сложных социальных и экономических систем. Приведено определение когнитивной матрицы, которая представляет собой таблицу, в которой строки и столбцы соответствуют концептам — элементам системы, а значения отражают степень влияния одного концепта на другой. Когнитивные матрицы позволяют формализовать экспертные оценки и выявить причинно-следственные связи, что особенно важно в условиях неполной или неопределённой информации.

Подробно описаны этапы построения когнитивной матрицы:

- идентификация ключевых концептов системы;
- сбор экспертных оценок влияния между ними;
- усреднение полученных данных;
- построение исходной и транспонированной матриц;
- анализ матрицы для выявления доминирующих факторов.

Отдельное внимание уделено интерпретации значений в матрице: положительные числа означают поддержку или усиление, отрицательные — подавление или противодействие, ноль — отсутствие влияния. Диагональные элементы, как правило, равны единице и отражают самовлияние.

Показано, что в условиях институционального анализа когнитивные матрицы позволяют определить устойчивость системы, уязвимые элементы, а также потенциальные точки приложения регулирующих мер. Метод отличается гибкостью, высокой наглядностью и адаптивностью к разным предметным областям.

Во втором разделе исследуется специфика институциональных земельных отношений в аграрной сфере. Земельные отношения охватывают систему прав, обязанностей и взаимодействий между государством, юридическими и физическими лицами в контексте распоряжения и использования земельных ресурсов.

Выделяются особенности аграрного сектора:

- множественность участников (госорганы, арендаторы, собственники, банки);
- высокая зависимость от законодательства (например, Земельный кодекс РФ);

- значительное влияние внешней среды (климат, рынок, инфраструктура);
- социальная значимость сельского населения и продовольственная безопасность.

Рассматриваются ключевые концепты, включённые в когнитивную модель: «Государственная поддержка», «Госкадастр», «Регистрация прав», «Субсидии», «Инвестиции», «Предпринимательская прибыль» и другие. Подчёркивается, что система институционального регулирования представляет собой сеть взаимосвязей между этими элементами.

Представлены примеры фрагментов экспертных матриц и показано, как значения используются для выявления взаимных влияний. Например, влияние «Госкадастра» на «Прибыль» оценивается как положительное, но слабое, тогда как влияние «Земельного кодекса» на «Административные барьеры» — отрицательное и сильное.

Объясняется, что такая система позволяет моделировать последствия изменения нормативной базы, повышения субсидий или изменения регламентов, что делает когнитивную модель полезной для прогнозирования последствий управленческих решений.

В третьем разделе подробно описана программная реализация приложения «МИРЗ» на языке C#, ориентированная на работу с экспертными оценками в формате Excel.

Разработка велась в среде Microsoft Visual Studio с использованием технологий:

- Windows Forms — для реализации графического интерфейса;
- Microsoft.Office.Interop.Excel — для взаимодействия с Excel-файлами;
- стандартные структуры данных C# (List, Dictionary) — для хранения и обработки информации;
- механизм обработки исключений — для повышения надёжности приложения.

Архитектура программы состоит из следующих модулей:

- загрузка Excel-файлов и распознавание структуры;
- выделение концептов и построение словаря соответствий;
- построение транспонированной матрицы (функция `calculate_transposed_concept`);

- генерация таблиц пар концептов (функция `calculate_doubled_concepts`);
- визуализация и экспорт результатов.

Формулы в Excel рассчитываются динамически. Например, транспонированное значение x используется в выражении:

$$\text{если } x > 0 : 1 - x, \quad \text{если } x < 0 : -1 - x$$

Это реализовано в виде Excel-формул, что позволяет менять исходные значения в первой таблице и мгновенно получать обновления во всех зависимых листах.

В разделе приведены примеры реализации кода, скриншоты окон программы, фрагменты таблиц, полученных на выходе. Также дана блок-схема архитектуры интерфейса, отображающая логику работы с пользователем — от импорта файла до получения таблиц расчётов.

Дополнительно реализована функция корректировки значений (таблица D2), которая сравнивает прямое и обратное влияние и вычисляет показатели взаимодействия. В таблице D3 рассчитываются показатели «основного механизма», отражающие доминирующее влияние концепта на систему в целом.

Также в разделе описана система форматирования таблиц: автоматическое выравнивание, числовой формат, перенос текста в ячейках и вертикальные заголовки, что повышает читаемость.

Значительное внимание уделено обеспечению масштабируемости — система допускает произвольное количество концептов, автоматически адаптирует размеры таблиц, формирует адреса ячеек и создаёт новые листы. Таким образом, приложение может использоваться для анализа самых разных когнитивных моделей.

В заключении раздела проводится оценка эффективности реализации:

- приложение повышает точность и скорость расчётов;
- снижает влияние человеческого фактора;
- делает анализ повторяемым и прозрачным;
- предоставляет удобный интерфейс для специалистов.

В целом, программная реализация соответствует поставленной цели и обеспечивает возможность практического применения когнитивных матриц в институциональном анализе земельных отношений. Приложение может быть

доработано и расширено под конкретные задачи пользователя — от сельхоз-департаментов до исследовательских институтов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы была решена задача разработки программного обеспечения, предназначенного для анализа институциональных взаимодействий в сфере земельных отношений на основе когнитивных моделей. Итогом стало создание приложения «МИРЗ» (Модель институционального регулирования земельных отношений), позволяющего автоматизировать работу с экспертными оценками, формировать транспонированные когнитивные матрицы и извлекать ключевые зависимости между концептами.

Цель работы — создание инструмента для поддержки принятия решений в аграрной политике — достигнута. Задачи, поставленные на этапе проектирования, успешно реализованы:

- изучены теоретические аспекты когнитивного моделирования и его применимость в земельных отношениях;
- проведён анализ институциональных механизмов в аграрном секторе, отражающих структуру взаимодействий между субъектами;
- спроектированы и реализованы алгоритмы для обработки экспертных данных;
- разработан графический интерфейс приложения с возможностью импорта и экспорта Excel-файлов;
- проведена валидация корректности расчётов на примерах с реальными и тестовыми данными.

Программная реализация выполнена на языке программирования C# с применением технологии Windows Forms и библиотеки Microsoft.Office.Interop.Excel. Это позволило обеспечить совместимость с распространёнными форматами данных и упростить использование приложения в реальных условиях — в ведомственных структурах, исследовательских учреждениях и органах аграрного управления.

Приложение реализует полную цепочку обработки данных:

- считывание исходной матрицы с экспертными оценками;
- построение транспонированной матрицы;
- формирование таблиц удвоенных концептов;
- расчёт коррекции и ключевых механизмов влияния;
- экспорт таблиц с форматированием.

Особое внимание уделено универсальности и расширяемости архитектуры. Использование таких структур, как словари и списки, позволяет адаптировать систему под различные наборы концептов. Внедрение формульной логики в Excel обеспечивает динамическое обновление выходных данных при изменении исходных параметров.

С точки зрения прикладной значимости, работа демонстрирует, как когнитивные модели могут быть интегрированы в цифровые инструменты для анализа сложных институциональных систем. В условиях необходимости быстрой адаптации к изменяющимся требованиям управления земельными ресурсами, такие решения способны повысить эффективность принятия решений, обеспечить наглядность взаимосвязей и минимизировать ошибки при интерпретации данных.

Разработанное приложение «МИРЗ» может быть использовано:

- в научных исследованиях по моделированию социальных и экономических систем;
- при подготовке управленческих решений в аграрном секторе;
- в образовательных целях при изучении методов анализа экспертных систем и когнитивного моделирования;
- для интеграции в существующие информационные системы органов государственного и муниципального управления.

Таким образом, представленная работа не только иллюстрирует возможности использования когнитивного моделирования в специфических условиях аграрного регулирования, но и предлагает полноценный программный продукт, способный быть применённым в реальной практике. Разработка отвечает актуальным требованиям цифровизации государственного управления и может служить базой для дальнейших исследовательских и внедренческих проектов.

Основные источники информации:

- 1 Введение в когнитивное моделирование систем. — URL: <https://habr.com/ru/articles/472632/>.
- 2 Институциональный подход к управлению земельными ресурсами. — URL: <https://rosreestr.gov.ru>.
- 3 Cognitive Mapping and Causal Models in Policy Analysis. — URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221718307834>.

- 4 Работа с Excel из C# через Interop. — URL: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/office/client-developer/excel/excel-interop-object>.
- 5 Построение Windows Forms приложений. — URL: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/dotnet/desktop/winforms/>.
- 6 Документация по Microsoft.Office.Interop.Excel. — URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/api/microsoft.office.interop.excel>.
- 7 Когнитивная карта: примеры и применение. — URL: <https://habr.com/ru/articles/583582/>.
- 8 Земельный кодекс РФ. — URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33773/.
- 9 Информационная система ведения кадастра. — URL: <https://rosreestr.gov.ru/site/activity/cadastr/>.
- 10 Использование C# для автоматизации Excel. — URL: <https://metanit.com/sharp/tutorial/excel/>.
- 11 Разработка интерфейсов в Windows Forms. — URL: <https://metanit.com/sharp/windowsforms/>.
- 12 Open Data: Земельные ресурсы России. — URL: <https://data.gov.ru/opendata/7707421190-landresources>.
- 13 Работа с диаграммами влияния. — URL: <https://kognitolog.ru>.
- 14 АНР и когнитивное моделирование. — URL: <https://researchgate.net/publication/343116233>.
- 15 Модели экспертных систем. — URL: <https://infostart.ru/public/738351/>.
- 16 Теория принятия решений. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prinyatie-upravlencheskih-resheniy-s-ispolzovaniem>.
- 17 Документация по .NET Framework. — URL: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/dotnet/framework/>.
- 18 Элементы институциональной экономики. — URL: https://institutiones.com/general/16-institutional_economics.html.
- 19 Использование словарей в C#. — URL: <https://metanit.com/sharp/tutorial/4.9.php>.
- 20 Государственная поддержка в АПК. — URL: <https://mcx.gov.ru/activity/state-support/>.