

**ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»  
Факультет компьютерных наук  
Образовательная программа «Программная инженерия»  
(ВШЭ ФКН ПИ)**

СОГЛАСОВАНО

Доцент департамента  
Программной инженерии,  
ФКН, к.т.н.

\_\_\_\_\_ К. Ю. Дегтярёв  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_г.

УТВЕРЖДАЮ

Академический руководитель  
образовательной программы  
«Программная инженерия»  
старший преподаватель

\_\_\_\_\_ Н. А. Павлов  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_г.

**ПРОГРАММА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВОСПРИЯТИЯ  
ФАКТОРОВ УСПЕХА IT-ПРОЕКТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
НЕЧЕТКИХ КОГНИТИВНЫХ КАРТ**

Пояснительная записка

ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ

RU.17701729.10.03-01 ПЗ 01-1-ЛУ

Исполнитель

Студент группы БПИ204  
образовательной программы  
«Программная инженерия»  
Пеганов Никита Сергеевич

\_\_\_\_\_ Н. С. Пеганов  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_г.

УТВЕРЖДЕН  
RU.17701729.10.03-01 ПЗ 01-1-ЛУ

**ПРОГРАММА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВОСПРИЯТИЯ  
ФАКТОРОВ УСПЕХА ИТ-ПРОЕКТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
НЕЧЕТКИХ КОГНИТИВНЫХ КАРТ**

**Пояснительная записка**

**RU.17701729.10.03-01 ПЗ 01-1-ЛУ**

Листов 21

# Содержание

<b>1</b>	<b>Аннотация</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Введение</b>	<b>4</b>
2.1	Наименование программы на русском языке . . . . .	4
2.2	Наименование программы на английском языке . . . . .	4
2.3	Документы, на основании которых ведется разработка . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Назначение и область применения</b>	<b>5</b>
3.1	Назначение программы . . . . .	5
3.2	Целевая аудитория продукта . . . . .	5
3.3	Актуальность проблемы . . . . .	5
3.3.1	Функциональное назначение . . . . .	7
3.3.2	Эксплуатационное назначение . . . . .	7
3.4	Область применения программы . . . . .	8
<b>4</b>	<b>Технические характеристики</b>	<b>9</b>
4.1	Постановка задачи на разработку программы . . . . .	9
4.2	Описание алгоритмов функционирования программы . . . . .	9
4.2.1	Типы нечетких множеств . . . . .	9
4.2.2	Виды функций принадлежности . . . . .	11
4.2.3	Алгоритмы дефаззификации . . . . .	12
4.3	Описание входных и выходных данных программы . . . . .	12
4.3.1	Входные данные . . . . .	12
4.3.2	Выходные данные . . . . .	12
4.4	Интерфейс программы . . . . .	13
4.5	Выбор технических и программных средств . . . . .	13
<b>5</b>	<b>Ожидаемые технико-экономические показатели</b>	<b>15</b>
5.1	Предполагаемая потребность . . . . .	15
5.1.1	Организации и ИТ-отделы . . . . .	15
5.1.2	Исследовательские центры и учебные учреждения . . . . .	15
5.1.3	ИТ-консалтинг и аналитические компании . . . . .	15
5.2	Первоначальная оценка успеха проекта . . . . .	15
5.3	Последующая оценка успеха проекта . . . . .	16
5.4	Конечный параметр оценки успеха проекта . . . . .	16
5.5	Экономические преимущества разработки по сравнению с отечественными и зарубежными аналогами . . . . .	17
<b>6</b>	<b>Список использованных источников</b>	<b>18</b>
	<b>Приложения</b>	<b>20</b>

## 1 Аннотация

В представленной пояснительной записке описывается работа программы "IT-success-factors-model.exe", которая используется для моделирования восприятия факторов успеха IT-проекта с использованием метода нечетких когнитивных карт. Задачей данной программы является обеспечение возможности визуализации, анализа и понимания динамики развития IT-проектов посредством моделирования взаимного влияния ключевых факторов их успешности.

Основные требования к содержанию и оформлению данной пояснительной записки разработаны в соответствии с:

- ГОСТ 19.101-77 Виды программ и программных документов [1];
- ГОСТ 19.102-77 Стадии разработки [2];
- ГОСТ 19.103-77 Обозначения программ и программных документов [3];
- ГОСТ 19.104-78 Основные надписи [4];
- ГОСТ 19.105-78 Общие требования к программным документам [5];
- ГОСТ 19.106-78 Требования к программным документам, выполненным печатным способом [6];
- ГОСТ 19.404-79 Пояснительная записка. Требования к содержанию и оформлению [7].

Изменения к данной пояснительной записке оформляются согласно ГОСТ 19.603-78 [8], ГОСТ 19.604-78 [9].

## **2 Введение**

### **2.1 Наименование программы на русском языке**

Программа для моделирования восприятия факторов успеха IT-проекта с использованием нечетких когнитивных карт.

### **2.2 Наименование программы на английском языке**

A Program for Modeling the Perception of Success Factors of an IT-Project Using Fuzzy Cognitive Maps.

### **2.3 Документы, на основании которых ведется разработка**

Программа разработана в рамках выполнения выпускной квалификационной работы — "Программа для моделирования восприятия факторов успеха IT-проекта с использованием нечетких когнитивных карт", в соответствии с учебным планом 4 курса бакалавриата направления 09.03.04 «Программная инженерия» [10].

Основание для разработки — учебный план подготовки бакалавров по направлению 09.03.04 «Программная инженерия» [11] и утвержденная академическим руководителем программы тема дипломной работы.

## 3 Назначение и область применения

### 3.1 Назначение программы

Общим назначением разрабатываемой программы является визуализация, анализ и понимание факторов успеха ИТ-проектов. Это достигается путем использования нечетких когнитивных карт, что позволяет включить в модель любые переменные (факторы), даже те, которые сложно или невозможно измерить в количественных терминах. Основное назначение этого ПО — определение и визуализация взаимосвязей между различными факторами с точки зрения стейкхолдеров.

Программа реализует нечеткие модели вычислений, с помощью которых аналитики могут оценивать и анализировать полученные данные, опираясь на предложенные нечеткие модели вычислений. Нечеткие когнитивные карты (Fuzzy Cognitive Maps, FCM) дают возможность моделировать одну и ту же систему по-разному, в зависимости от целей и профессиональных навыков людей или групп людей, фиксируя изменяемые во времени величины моделируемой ситуации.

Программа генерирует FCM, которые можно использовать для визуализации сложных систем и отображения их развития во времени. При этом, в ряде случаев, применяется SWOT-анализ — это позволяет более полно охарактеризовать исследуемые факторы.

С течением времени, могут меняться не только сами факторы, но и связи между ними. Программа позволяет учесть это, перестраивая и модифицируя карты. Это обеспечивает возможность итеративной корректировки модели и поиск новых зависимостей и уязвимостей.

### 3.2 Целевая аудитория продукта

Целевой аудиторией данной программы являются, преимущественно, специалисты, работающие в ИТ-секторе, а именно аналитики, менеджеры проектов и ИТ-директора. Это связано с тем, что программа позволяет моделировать восприятие факторов успеха ИТ-проектов и может быть полезной для исследования и управления различными аспектами таких проектов.

Вместе с тем, данная программа может быть использована в обучающих целях и обладает потенциалом быть полезной для студентов и преподавателей ИТ-специальностей, особенно для тех, кто изучает или преподаёт курсы, связанные с управлением ИТ-проектами, анализом данных, искусственным интеллектом или когнитивной наукой.

Наконец, потенциальными пользователями данной программы могут быть и авторы научных исследований из области ИТ и когнитивистики. Она может оказаться полезной при изучении восприятия факторов, влияющих на успех ИТ-проектов, и при исследовании механизмов принятия решений в рамках таких проектов.

В то же время, следует отметить, что оперировать данной программой могут преимущественно люди, обладающие нужным навыком и знаниями для работы с нечеткими когнитивными картами. Подразумевается использование программы одним аналитиком и множеством стейкхолдеров для создания результата коллективного обсуждения.

### 3.3 Актуальность проблемы

В последнее время, в свете растущей зависимости бизнеса от технологий, успешное выполнение ИТ-проектов становится особенно важным для организаций различных сфер деятельности и масштаба. Однако, измерение и предсказание успеха в случае ИТ-проектов всё ещё являются сложной задачей, так как они зависят от множества факторов, характеризующихся неоднозначностью и взаимной связью с другими аспектами рассмотрения.

В связи с этим, программа для моделирования восприятия факторов успеха ИТ-проектов с использованием нечетких когнитивных карт обретает значительную актуальность. Факторы успеха проекта часто являются

нечетко определенными и интерпретируемыми, что делает использование нечетких когнитивных карт подходящим выбором для их анализа и моделирования.

Методология когнитивного моделирования была предложена американским политологом и экономистом Робертом Аксельродом [12]. Когнитивное моделирование предназначалось для принятия решений в плохо определенных ситуациях. Нечеткие когнитивные карты, впервые предложенные Бартом Коско [13], являются смешанным типом графического представления знаний, включающего в себя элементы когнитивных карт и нечеткой логики.

В последние годы они вновь привлекают внимание исследователей, подобно тому как нейронные сети после своего «забвения» в 90-х годах 20-го века, сейчас снова переживают свой пик популярности. Например, нечеткие когнитивные карты используются в исследовательских работах, написанных в 2018, 2019 и 2022 годах [14, 15, 16]. Как и нейронные сети, нечеткие когнитивные карты могут быть применены для моделирования сложных взаимосвязей и получения результатов на основе неопределенной и нечеткой информации.

В многочисленных исследовательских работах авторы рассматривают нечеткие когнитивные карты как удобный и наглядный аппарат моделирования. Факторы и связи между факторами располагаются в FCM в структуре, подобной структуре головного мозга человека (в очень упрощенном виде), поэтому получаемая модель легко воспринимается и удобна для обсуждения. Также нечеткие когнитивные карты отличаются универсальностью, что позволяет использовать их в множестве различных областей [17].

Несмотря на нейросетеподобную структуру нечетких когнитивных карт, в рамках данной выпускной квалификационной работы не предполагается использование сложных алгоритмов нейронных сетей. Главным образом, это обусловлено спецификой выбранной методологии — нечетких когнитивных карт. Данный подход предполагает создание модели с использованием сетевой структуры, раскрывающей прямые и обратные связи между различными факторами успеха IT-проекта.

Моделирование факторов успеха IT-проекта — одна из таких областей. Например, в работе "Modelling IT projects success with Fuzzy Cognitive Maps" [18] авторы применяют FCM для моделирования факторов успеха мобильной платежной системы, проекта, связанного с быстро развивающимся миром мобильных телекоммуникаций. Описанная в работе методология использует четыре матрицы для представления результатов, которые методология обеспечивает на каждом из своих этапов. Это начальная матрица успеха (IMS), Фаззифицированная матрица успеха (FZMS), Матрица успеха силы отношений (SRMS) и Итоговая матрица успеха (FMS). Авторы статьи делают вывод, что Критические факторы успеха (CSF) — это те необходимые условия, которым должен удовлетворять проект, чтобы его воспринимали как успешный. Требуется улучшение процессов определения и оценки подходящих CSF для IT-проектов из-за возросшей сложности и неопределенности.

В работе "Using cognitive maps for modeling project success" [19], вышедшей в том же году, применяются когнитивные карты. Для наглядности в ней рассматривается реальный строительный проект, реализованный в Турции. В работе также описаны преимущества и недостатки когнитивных карт. Среди преимуществ когнитивных карт авторы отмечают их способность представлять сложные идеи и информацию в простой и понятной форме. Когнитивные карты также помогают улучшить понимание и организацию знаний, а также способствуют более эффективному принятию решений. Однако у когнитивных карт также есть недостатки. Они могут быть сложными для создания и интерпретации, особенно если они включают большое количество информации или сложные взаимосвязи. Кроме того, они могут быть субъективными, поскольку они основаны на знаниях и восприятии отдельного человека или группы людей.

В статье "Assessing it projects success with extended fuzzy cognitive maps & neutrosophic cognitive maps in comparison to fuzzy cognitive maps" [20] представлено исследование, в котором авторы сравнивают применение расширенных нечетких когнитивных карт и нейтрософских когнитивных карт в оценке успеха проекта мобильной платежной системы. Для этого они создали различные когнитивные карты с несколькими группами стейкхолдеров. В результате, авторы сделали вывод, что нейтрософские когнитивные карты показали лучшие результаты, чем нечеткие когнитивные карты и улучшенные когнитивные карты.

Анализ литературы показывает, что использование когнитивных карт является эффективным инструментом для моделирования и оценки факторов успеха IT-проектов. Эти методы позволяют представить сложные

идеи и информацию в простой и понятной форме, улучшить понимание и организацию знаний, а также способствуют более эффективному принятию решений.

Однако, как отмечено в анализируемых работах, эти методы имеют свои недостатки, включая сложность создания и интерпретации карт, особенно при большом объеме информации и сложных взаимосвязях, а также субъективность, поскольку они основаны на знаниях и восприятии отдельного человека или группы людей.

Также стоит отметить, что важность определения и оценки критических факторов успеха (CSF) для IT-проектов подчеркивается во всех рассмотренных работах. Это подтверждает актуальность нашего исследования и выбранной темы выпускной квалификационной работы.

Таким образом, разработка и использование программы для моделирования восприятия факторов успеха IT-проектов с использованием нечетких когнитивных карт является полезным и актуальным подходом к решению сложной проблемы IT-управления и планирования.

### **3.3.1 Функциональное назначение**

Программа предназначена для моделирования восприятия различных факторов, которые способствуют или препятствуют успеху IT-проектов. Она использует принципы нечетких когнитивных карт для преобразования качественных оценок в количественные данные, что позволяет более точно анализировать и визуализировать динамику проекта.

Основные функции программы включают:

- Создание списка факторов, влияющих на итоговый успех проекта. Эти факторы могут быть определены пользователем или группой пользователей, что обеспечивает гибкость системы и возможность учета уникальных особенностей каждой отдельной ситуации.
- Ввод данных о том, как каждый фактор влияет на другие, и преобразование этих данных в формальный вид с использованием нечетких множеств.
- Визуализация связей между факторами и расчет относительных значений в узлах, что позволяет увидеть, какой фактор является решающим и как он влияет на общую картину.
- Генерация выводов на основе анализа ситуации и формирование выводов о будущем ходе проекта.
- Запись и чтение созданных нечетких когнитивных карт в файл.

Таким образом, данная программа служит инструментом для анализа и улучшения процесса управления IT-проектами, позволяя более эффективно определять стратегии развития и принимать управленческие решения.

### **3.3.2 Эксплуатационное назначение**

Эксплуатационное назначение разработанной программы заключается в моделировании восприятия влияния различных факторов на успех IT-проекта с использованием нечетких когнитивных карт.

Программа предназначена для:

- Представления с каждым фактором определенной характеристики, которая помогает оператору понимать важность и актуальность данного фактора для проекта в целом;
- Возможности наблюдения и анализа весов связей между различными факторами, что позволяет оператору определить ключевые связи и элементы в структуре проекта;
- Предоставления информации о динамике изменения значений различных факторов во времени, что позволяет оператору реагировать на изменения во внешнем и внутреннем окружении проекта вовремя и принимать корректировки в стратегию проекта при необходимости;



- Выделения наиболее значимых факторов для успеха проекта, что позволяет сфокусироваться на ключевых элементах и не тратить ресурсы на менее важные аспекты;
- Получения дополнительной информации для лучшего понимания тех аспектов, которые в значительной или несущественной степени влияют на успех проекта.

Для каждого фактора учитывается гибкость настроек его влияния, относительные значения в узлах и влияние на другие факторы. Программа позволяет преобразовать оценки влияния с использованием нечеткой логики и формальных представлений нечетких множеств.

Результатами работы программы становятся визуализированные когнитивные карты, на основе которых можно сделать выводы о наиболее важных моментах и факторах успеха IT-проекта.

Одним из важных преимуществ программы является возможность имитации изменения взаимодействия факторов во времени, что позволяет проследить эволюцию проекта в долгосрочной перспективе.

### **3.4 Область применения программы**

Программа для моделирования восприятия факторов успеха IT-проекта с использованием нечетких когнитивных карт предназначена для использования IT-специалистами, управляющими и исследователями в области управления информационными технологиями.

Основные области применения программы включают:

- Разработку и управление IT-проектами. Моделирование факторов успеха проекта помогает управляющим эффективно управлять ресурсами и контролировать процесс реализации проекта;
- Исследование в области IT. Использование нечетких когнитивных карт позволяет формировать более точное и объективное представление об исследуемых объектах и процессах;
- Образование. Программа может быть использована для обучения студентов и участников профессиональных курсов основам управления IT-проектами и технологиям моделирования;
- Использование в комплексе с другими методами управления и предсказания для увеличения точности анализа и принятия решений.

Таким образом, данная программа может быть применена в различных областях связанных с IT-технологиями, включая научные исследования, обучение, планирование и управление IT-проектами.

## 4 Технические характеристики

### 4.1 Постановка задачи на разработку программы

Разрабатываемая программа должна быть наделена следующими функциями:

1. Обеспечивать оператору механизмы для создания моделей влияния факторов успеха IT-проекта, основываясь на предоставленных им данных и применяя метод нечетких когнитивных карт;
2. Давать возможность оператору создавать свои индивидуальные модели влияния действующих факторов на успех IT-проекта;
3. Позволять оператору выбирать факторы IT-проекта из списка существующих, наиболее часто встречающихся факторов;
4. Реализовывать функционал, позволяющий вносить изменения в построенные модели, в том числе добавлять или удалять факторы, изменять взаимосвязи между факторами и так далее;
5. Давать возможность оператору сохранять построенные или измененные модели во внешний файл;
6. Предоставлять возможность оператору сохранять разные версии когнитивной карты в процессе изменения;
7. Обеспечивать оператору возможность анализа информации о взаимосвязях факторов в различных вариантах;
8. Обеспечивать оператору возможность ввода и анализа лингвистических термов и соответствующих им функций принадлежности;
9. Давать возможность оператору заменять значения весов когнитивной карты на формальное представление лингвистических термов;
10. Предоставлять оператору возможность анализа ключевой информации, связанной с когнитивной картой, которая используется для выводов о значимости и влиянии конкретных факторов на успешность IT-проекта.

### 4.2 Описание алгоритмов функционирования программы

Программа для моделирования восприятия факторов успеха IT-проекта базируется на использовании нечетких когнитивных карт.

#### 4.2.1 Типы нечетких множеств

1. Нечеткие множества (первого типа) являются ключевым элементом в области нечеткой логики, которая была впервые предложена Лотфи Заде в 1965 году [21]. В отличие от классической бинарной логики, где элемент либо принадлежит множеству, либо нет, нечеткие множества позволяют элементам принадлежать множеству в определенной степени. Это достигается путем введения функции принадлежности, которая каждому элементу ставит в соответствие число от 0 до 1, отражающее степень его принадлежности к множеству. Такой подход позволяет более точно моделировать неопределенность и нечеткость реального мира, что делает нечеткие множества полезными во многих областях, включая искусственный интеллект, системы принятия решений, обработку изображений и многие другие.

Под нечетким множеством  $A$  понимается совокупность упорядоченных пар, составленных из элементов  $x$  универсального множества  $X$  и соответствующих степеней принадлежности  $\mu_A(x)$ :

$$A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in X\}$$

где  $\mu_A(x)$  — функция принадлежности, указывающая, в какой степени элемент  $x$  принадлежит нечеткому множеству  $A$ . Функция  $\mu_A(x)$  принимает значения в некотором линейно упорядоченном множестве  $M$ , которое называют множеством принадлежностей.

2. Нечеткие множества второго типа представляют собой расширение классической теории нечетких множеств, предложенное Лотфи Заде в 1975 году. Они были введены для моделирования ситуаций, когда степень принадлежности элемента к множеству сама является нечеткой. В отличие от обычных нечетких множеств, где каждому элементу ставится в соответствие степень принадлежности в диапазоне от 0 до 1, в нечетких множествах второго типа каждому элементу ставится в соответствие нечеткое множество первого типа. Таким образом, нечеткие множества второго типа позволяют учесть большую степень неопределенности и нечеткости, что делает их полезными во многих приложениях, включая системы принятия решений, обработку нечеткой информации и моделирование сложных систем. Таким образом, формально нечеткие множества второго типа могут быть выражены как:

$$\tilde{A} = \int_{x \in X} \int_{u \in J_x} \mu_{\tilde{A}}(x, u) / (x, u)$$

где знак двойного интегрирования означает объединение по допустимым  $x$  и  $u$  для непрерывного универсального множества (для дискретных универсальных множеств вместо этого используются символы двойного суммирования).

3. Нечеткие множества типа 3 является усовершенствованной версией множеств типа 2, разработанной с расширенными возможностями для управления неопределенностями. В множествах типа 3 вторичная функция принадлежности также является функцией принадлежности типа 2. Это означает, что верхний и нижний пределы членства не являются фиксированными, в отличие от множеств типа 2. Эта характеристика позволяет нечетким множествам типа 3 справляться с более высокой степенью неопределенности [22]. Нечеткое множество типа 3 можно определить следующим образом:

Для каждого элемента  $x \in X$ , функция принадлежности  $\mu_A(x)$  нечеткого множества  $A$  типа 3 определяется как:

$$\mu_A(x) : X \rightarrow [0, 1] \times [0, 1]$$

где первый элемент пары представляет нижний предел членства, а второй элемент представляет верхний предел членства.

Вторичная функция принадлежности  $\mu'_A(x)$  определяется как:

$$\mu'_A(x) : [0, 1] \rightarrow [0, 1]$$

где  $\mu'_A(x)$  представляет степень уверенности в принадлежности  $x$  к множеству  $A$ .

4. Интуиционистское нечеткое множество, является обобщением нечеткого множества, которое включает в себя степень непринадлежности функции в дополнение к функции принадлежности. Он был введен Атанасовым как способ более всесторонне справиться с неопределенностью и неточностями. Интуиционистское нечеткое множество может быть определено так:

Пусть  $X$  — непустое множество. Интуиционистское нечеткое множество (IFS)  $A$  в  $X$  определяется как  $A = \{(x, \mu_A(x), \nu_A(x)) | x \in X\}$ , где  $\mu_A(x) : X \rightarrow [0, 1]$  и  $\nu_A(x) : X \rightarrow [0, 1]$  являются функциями, представляющими степень принадлежности и непричастности каждого элемента  $x$  в  $X$  к множеству  $A$ , соответственно, удовлетворяющие условию  $0 \leq \mu_A(x) + \nu_A(x) \leq 1$  для каждого  $x \in X$ .

В этом определении,  $\mu_A(x)$  это функция принадлежности, и  $\nu_A(x)$  является функцией непринадлежности. Условие  $0 \leq \mu_A(x) + \nu_A(x) \leq 1$  гарантирует, что сумма степеней принадлежности и непричастности для любого элемента не превышает 1, что является фундаментальным свойством интуиционистских нечетких множеств.

В данной выпускной квалификационной работе будут рассмотрены множества 1 и 2 типа, а также интуиционистские нечеткие множества. Нечеткие множества типа 3 не являются достаточно интуитивно понятными, а также усложняют ввод данных со стороны пользователя программы.

#### 4.2.2 Виды функций принадлежности

Функции принадлежности используются в теории нечетких множеств для определения степени принадлежности элемента к определенному множеству. Вот несколько основных видов функций принадлежности:

1. Треугольная функция принадлежности: Это наиболее простая функция принадлежности, которая имеет форму треугольника. Она определяется тремя точками: началом, вершиной и концом.
2. Гауссова функция принадлежности: Эта функция имеет форму колокола и определяется двумя параметрами: центром и шириной. Гауссова функция принадлежности часто используется в случаях, когда данные имеют нормальное распределение.
3. Трапецевидная функция принадлежности: Эта функция имеет форму трапеции и определяется четырьмя точками: началом, началом плато, концом плато и концом.
4. Сигмоидальная функция принадлежности: Эта функция имеет форму S-образной кривой и определяется двумя параметрами: центром и шириной. Сигмоидальная функция принадлежности часто используется в случаях, когда данные имеют бинарное распределение.
5. Z-образная и S-образная функции принадлежности: Они используются для представления возрастающих и убывающих тенденций.
6. Параболическая функция принадлежности: Эта функция имеет форму параболы и определяется двумя параметрами: центром и шириной.
7. Бета-функция принадлежности: Эта функция определяется четырьмя параметрами и может принимать различные формы, включая форму колокола, S-образную кривую и другие.
8. Гамма-функция принадлежности: Эта функция определяется двумя параметрами и может принимать различные формы, включая форму колокола, S-образную кривую и другие.



Рис. 1: Виды функций принадлежности

Каждая из этих функций принадлежности имеет свои преимущества и недостатки, и выбор конкретной функции зависит от специфики задачи и данных. В данной работе будут рассмотрены треугольная функция принадлежности, Гауссова функция принадлежности и трапецевидная функция принадлежности, как наиболее популярные.

#### 4.2.3 Алгоритмы дефаззификации

1. Метод центра тяжести (COG - Center Of Gravity), который вычисляет центр тяжести функции принадлежности.
2. Метод биссектрисы площади (Bisector Of Area - BOA), где вычисляется биссектриса площади под функцией принадлежности.
3. Метод среднего максимума (Mean Of Maximum - MOM), где вычисляется среднее значение максимальных значений функции принадлежности.
4. Метод максимума максимумов (Maximum Of Maximum - MOM), где выбирается максимальное из максимальных значений функции принадлежности.
5. Метод минимума максимумов (Minimum Of Maximum - MOM), где значение функции принадлежности на множестве определяется минимальным из максимальных значений.

### 4.3 Описание входных и выходных данных программы

#### 4.3.1 Входные данные

Входными данными для программы являются пользовательские наборы факторов успеха ИТ-проекта и связей между ними. Фактор является представлением определенной особенности или аспекта ИТ-проекта, который может влиять на его успех. Связи между факторами представляют собой отношения между ними в формальной или относительной форме.

Однако, стоит отметить, что факторы успеха ИТ-проекта необязательно являются входными параметрами в готовом виде. Они могут формироваться в процессе обсуждения проекта со стейкхолдерами и являются результатом командной работы нескольких человек.

Каждый фактор успеха определяется оператором и представляет собой идентификатор и соответствующее ему имя. При добавлении факторов оператор может выбрать из списка популярных факторов, а также добавить собственный.

Связи между факторами определяются оператором с помощью выбора двух добавленных факторов и указания степени влияния. Они представляют собой кортеж из трех элементов: исходного фактора, конечного фактора и веса связи в неформальном виде.

Факторы и связи между ними задаются оператором в интуитивно понятном интерфейсе.

#### 4.3.2 Выходные данные

Программа предоставляет следующие выходные данные:

1. Когнитивная Карта: Программа выдает когнитивную карту, которая иллюстрирует влияние различных факторов на успех ИТ-проекта. Эта карта включает в себя узлы, представляющие факторы, и связи между ними, показывающие степень влияния этих факторов друг на друга.
2. Визуализация Карты: Программа обеспечивает средства для визуализации этой карты, позволяющие оператору и стейкхолдерам лучше понять, как факторы связаны друг с другом.
3. Анализ Сценариев: Программа может выполнять анализ сценариев, изменяя наличие или влияние отдельных факторов, чтобы помочь оператору предсказать, как изменения в этих факторах могут повлиять на итоговый успех ИТ-проекта через влияние на другие факторы модели.
4. Результаты Моделирования: Программа выдает итоговые результаты моделирования, демонстрируя, как изменения в отдельных факторах или их комбинации могут влиять на успех ИТ-проекта. Это также может включать кумулятивное впечатление от всех факторов, отражающее общее состояние успешности проекта.

5. Экспорт Данных: Программа обеспечивает возможность экспорта выходных данных для дальнейшего анализа, отчетности или представления результатов третьим лицам. Это может быть выполнено в различных форматах, таких как CSV, PDF или HTML.

Результаты моделирования представляют собой совокупность данных, которые требуют детального анализа и интерпретации. Это процесс, который включает в себя активное участие всех участников проекта, включая стейкхолдеров. Результаты моделирования, преобразованные в словесную форму, становятся основой для дальнейшего обсуждения, анализа и формирования окончательных выводов.

## 4.4 Интерфейс программы

Интерфейс программы включает в себя панель инструментов и область визуализации когнитивной карты.

Панель инструментов включает в себя поля ввода для добавления факторов успеха и соответствующих связей, а также кнопки для добавления, изменения и удаления факторов и связей. оператору доступен функционал перемещения факторов на области визуализации нечеткой когнитивной карты для создания более удобного и наглядного расположения факторов.

Область визуализации карты представляет собой интерактивное поле, на котором отображаются факторы и связи между ними. При добавлении фактора или связи в панели инструментов, они автоматически появляются на карте, предоставляя оператору непосредственную обратную связь.

Связи между факторами подсвечиваются разными цветами в зависимости от степени связи, облегчая интерпретацию взаимного влияния факторов.

Щелчок мыши по связи приводит к появлению окна, в котором можно редактировать детали (характеристики) связи. Аналогично, щелчок мыши по фактору вызывает окно с редактированием характеристик выбранного фактора.

Кнопка "Проанализировать карту" запускает алгоритм анализа карты. При этом оператор имеет возможность указать число шагов, которые должен произвести алгоритм. В любой момент выполнения алгоритма анализа оператор может остановить его работу посредством кнопки "Стоп".

Также оператору доступно скачивание полученной картины в форматах PNG или SVG, что облегчает дальнейшую работу с результатами моделирования.

Все элементы интерфейса разработаны в унифицированном стиле, обеспечивая удобное и интуитивно понятное взаимодействие с программой.

## 4.5 Выбор технических и программных средств

При проектировании и разработке программного обеспечения для моделирования восприятия факторов успеха IT-проекта с использованием нечетких когнитивных карт был осуществлен выбор следующих ключевых технических и программных средств:

1. Django. Django является мощным и гибким веб-фреймворком на Python, который позволяет быстро создавать сложные веб-приложения. Он обеспечивает высокий уровень безопасности и поддерживает разработку на основе модели данных, что значительно ускоряет процесс создания приложения. Django также содержит сложные инструменты для обработки форм и аутентификации пользователей.
2. JavaScript. Этот язык программирования используется для создания клиентской части веб-приложения. Он обеспечивает интерактивность и динамичность интерфейса пользователя, позволяет обрабатывать пользовательский ввод, управлять элементами страницы и взаимодействовать с сервером.

3. Дополнительные средства. Для работы с базами данных может быть выбрана реляционная база данных Postgres, которая обеспечивает достаточный функционал для хранения и обработки данных в данном проекте.

Все выбранные технологии являются открытыми и широко используются в практической деятельности, что обеспечивает хорошую информационную поддержку и возможности для дальнейшего развития проекта.

## 5 Ожидаемые технико-экономические показатели

### 5.1 Предполагаемая потребность

Программа для моделирования восприятия факторов успеха IT-проекта с использованием нечетких когнитивных карт предназначена для обеспечения качественного и объективного анализа ключевых факторов, определяющих успех реализации IT-проекта.

#### 5.1.1 Организации и IT-отделы

Основными потребителями программы могут стать IT-отделы различных организаций. Программа позволит учесть влияния различных факторов на итоговый успех проекта, таких как качество руководства проектом, навыки и опыт команды, используемые технологии и методологии, соответствие требованиям заказчика и т.д.

#### 5.1.2 Исследовательские центры и учебные учреждения

В учебных целях программа может использоваться в исследовательских центрах и вузах для изучения принципов моделирования и анализа факторов успеха в IT-проектах.

#### 5.1.3 IT-консалтинг и аналитические компании

Аналитические компании и IT-консалтинговые агентства могут использовать программу для предоставления услуг по оценке и прогнозированию успешности IT-проектов на основе моделирования взаимосвязи факторов успеха.

Таким образом, данная программа позволяет не только получить количественное и качественное представление о будущем успехе проекта, но и выявить основные пути оптимизации ресурсов и рисков.

Однако, следует отметить, что окончательные выводы и интерпретация полученных данных — это результат коллективной работы и обсуждения в группе. Моделирование предоставляет нам возможность преобразовать сложные процессы в понятные и интерпретируемые данные. Эти данные, в свою очередь, конвертируются в слова, которые мы используем для общения с заинтересованными сторонами. Это обеспечивает продолжение диалога, позволяет формировать выводы и принимать обоснованные решения.

### 5.2 Первоначальная оценка успеха проекта

Первоначальная оценка успеха разработанной программы для моделирования восприятия факторов успеха IT-проекта с использованием нечетких когнитивных карт проведена по следующим критериям:

1. **Соответствие заявленному техническому заданию:** Разработанная программа должна полностью соответствовать требованиям и функционалу, описанным в техническом задании. Должна быть проработана каждая деталь, начиная от общей концепции и заканчивая отдельными элементами интерфейса.
2. **Качество документации:** К программе должна прилагаться подробная и понятная документация, которая позволит оператору без проблем воспользоваться всеми функциями программы. Документация должна отражать все аспекты использования программы, включая описание возможных ошибок и способов их решения.
3. **Удобство использования:** Программа должна быть удобной в использовании. Интерфейс должен быть интуитивно понятным, а возможности программы - легко доступными.
4. **Стабильность работы:** Программа должна работать стабильно и без сбоев, вне зависимости от объема обрабатываемых данных и сложности задач.

По результатам оценки по вышеуказанным критериям можно судить о первоначальном успехе проекта. При наличии значимых недостатков и отклонений от требований ТЗ должна быть проведена доработка программы и устранены выявленные проблемы.



### 5.3 Последующая оценка успеха проекта

Последующая оценка успеха проекта проводится по следующим критериям:

1. **Решение комиссии о дипломной работе:** Оценка комиссии является непосредственным показателем успеха проекта. Комиссия будет изучать все аспекты работы, начиная от проработанности задания до его выполнения.
2. **Полученная оценка:** Конечная оценка на дипломную работу — важный показатель, но не единственный. Она является отражением всех сильных и слабых сторон дипломной работы, которые были замечены в ходе ее защиты.
3. **Комментарии и оценка руководителя работы:** Научный руководитель оценивает работу как научное исследование и анализирует ее на основе его понимания предметной области и опыта проведения исследований.

### 5.4 Конечный параметр оценки успеха проекта

Для оценки успеха IT-проекта необходимы точные и конкретные параметры оценки. В контексте нашего проекта, главными параметрами оценки будут:

- **Количество пользователей:** Этот параметр отражает общее количество пользователей, использующих данную программу. Увеличение этого числа указывает на успех программы на рынке.
- **Оценки пользователей:** Оценки и отзывы от пользователей могут дать ценную информацию о том, насколько хорошо программа отвечает на потребности пользователей, и каких улучшений она требует.
- **Количество упоминаний в исследовательских работах:** Чем больше программа упоминается в академических или промышленных исследованиях, тем больше у неё влияние на сферу науки и технологии, что является признаком её успеха.
- **Популярность в интернете:** Этот параметр можно измерить через различные индикаторы, такие как количество поисковых запросов, упоминаний в социальных сетях и т.д. Повышение этого показателя говорит о том, что программа привлекает все больше и больше интереса.

Эти параметры являются совокупным показателем успеха данного проекта и будут использоваться для оценки и анализа эффективности продукта на протяжении всего его жизненного цикла.

Дополнительно параметрами оценки успеха проекта являются параметры, которые могут быть выяснены только с помощью сбора метрик и получения обратной связи от пользователей:

- **Точность моделирования:** Итоговый продукт должен обеспечивать точное моделирование восприятия IT-проектов, при этом обеспечивая возможность легко включать или исключать различные параметры.
- **Эффективность использования:** Использование программы не должно требовать значительных затрат времени или ресурсов для погружения в детали использования программы.
- **Адаптивность к изменениям:** Программа должна быть способна адаптироваться к изменению условий или параметров внешней среды.
- **Удобство интерфейса:** Интерфейс программы должен быть интуитивно понятен для пользователей, обеспечивая легкий доступ к основным функциям и настройкам.
- **Возможность масштабирования:** Программа должна предоставлять возможность масштабирования для работы с более крупными или сложными проектами в будущем.

Успех проекта будет определен по достижению этих целей и учету обратной связи от пользователей для дальнейших усовершенствований. Дополнительные параметры могут быть выявлены в ходе общения со стейкхолдерами и потенциальными пользователями.

### **5.5 Экономические преимущества разработки по сравнению с отечественными и зарубежными аналогами**

В сравнении с отечественными и зарубежными аналогами, разрабатываемое программное обеспечение обладает рядом значительных экономических преимуществ. Прежде всего, оно предоставляется оператору бесплатно, тем самым исключая необходимость трат на его приобретение. В качестве веб-приложения, оно не требует дополнительного внедрения и поддержки, что существенно снижает затраты на эксплуатацию.

Кроме того, на данный момент на рынке не представлено программ, специально ориентированных на моделирование восприятия IT-проектов с использованием нечетких когнитивных карт. Данное программное обеспечение является специализированным инструментом в этой области, что повышает его ценность для IT-компаний, команд разработчиков и людей, использующих программу в образовательных целях.

Таким образом, использование данного ПО позволяет оптимизировать расходы, связанные с прогнозированием успеха IT-проектов, а также повысить точность и оперативность соответствующих аналитических работ.

## 6 Список использованных источников

- [1] ГОСТ 19.101-77. Единая система программной документации. Термины и определения: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 20 мая 1977 г. № 1268 срок введения: с 01.01.1980 г. – URL: <https://www.swrit.ru/doc/espd/19.001-77.pdf> (дата обращения: 01.12.2023). – Текст: электронный.
- [2] ГОСТ 19.102-77. Единая система программной документации. Термины и определения: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 20 мая 1977 г. № 1268 срок введения: с 01.01.1980 г. – URL: <https://www.swrit.ru/doc/espd/19.102-77.pdf> (дата обращения: 01.12.2023). – Текст: электронный.
- [3] 19.103-77. Единая система программной документации. Термины и определения: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 20 мая 1977 г. № 1268 срок введения: с 01.01.1980 г. – URL: <https://www.swrit.ru/doc/espd/19.103-77.pdf> (дата обращения: 01.12.2023). – Текст: электронный.
- [4] ГОСТ 19.104-78. Единая система программной документации. Термины и определения: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 20 мая 1977 г. № 1268 срок введения: с 01.01.1980 г. – URL: <https://www.swrit.ru/doc/espd/19.104-78.pdf> (дата обращения: 01.12.2023). – Текст: электронный.
- [5] ГОСТ 19.105-78. Единая система программной документации. Термины и определения: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 20 мая 1977 г. № 1268 срок введения: с 01.01.1980 г. – URL: <https://www.swrit.ru/doc/espd/19.105-78.pdf> (дата обращения: 01.12.2023). – Текст: электронный.
- [6] ГОСТ 19.106-78. Единая система программной документации. Термины и определения: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 20 мая 1977 г. № 1268 срок введения: с 01.01.1980 г. – URL: <https://www.swrit.ru/doc/espd/19.106-78.pdf> (дата обращения: 01.12.2023). – Текст: электронный.
- [7] ГОСТ 19.404-79. Единая система программной документации. Термины и определения: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 20 мая 1977 г. № 1268 срок введения: с 01.01.1980 г. – URL: <https://www.swrit.ru/doc/espd/19.404-79.pdf> (дата обращения: 01.12.2023). – Текст: электронный.
- [8] ГОСТ 19.603-78. Единая система программной документации. Термины и определения: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 20 мая 1977 г. № 1268 срок введения: с 01.01.1980 г. – URL: <https://www.swrit.ru/doc/espd/19.603-78.pdf> (дата обращения: 01.12.2023). – Текст: электронный.
- [9] ГОСТ 19.404-79. Единая система программной документации. Термины и определения: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 20 мая 1977 г. № 1268 срок введения: с 01.01.1980 г. – URL: <https://www.swrit.ru/doc/espd/19.404-79.pdf> (дата обращения: 01.12.2023). – Текст: электронный.
- [10] *Учебный офис ФКН ПИ* (2023) СПРАВОЧНИК УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА НИУ ВШЭ. Выпускная квалификационная работа (ВКР) // Сайт hse.ru (<https://www.hse.ru/studyspravka/vkr>) Просмотрено: 30.11.2023.
- [11] *Жернова Мария Олеговна* (2023) Учебные планы 2020 года набора // Сайт hse.ru ([https://www.hse.ru/ba/se/learn\\_plans](https://www.hse.ru/ba/se/learn_plans)) Просмотрено: 12.12.2023.
- [12] *Robert Axelrod* (1976) Structure of Decision: The Cognitive Maps of Political Elites // Сайт jstor.org (<https://www.jstor.org/stable/j.ctt13x0vw3>) Просмотрено: 17 января 2024.
- [13] *Bart Kosko* (1985) Fuzzy cognitive maps // Сайт sipi.usc.edu (<http://sipi.usc.edu/kosko/FCM.pdf>) Просмотрено: 17 января 2024.

- [14] *Papageorgiou, Elpiniki & Papageorgiou, Konstantinos & Dikopoulou, Zoumpoulia & Mourhir, Asmaa* (2018) A Fuzzy Cognitive Map web-based tool for modeling and decision making // Сайт researchgate.net ([https://www.researchgate.net/publication/336591466\\_A\\_Fuzzy\\_Cognitive\\_Map\\_web-based\\_tool\\_for\\_modeling\\_and\\_decision\\_making](https://www.researchgate.net/publication/336591466_A_Fuzzy_Cognitive_Map_web-based_tool_for_modeling_and_decision_making)) Просмотрено: 17.01.2024.
- [15] *Felix Benjamín, Gerardo & Nápoles, Gonzalo & Falcon, Rafael & Froelich, Wojciech & Vanhoof, Koen & Bello, Rafael* (2019) A Review on Methods and Software for Fuzzy Cognitive Maps. Artificial Intelligence Review. // Сайт researchgate.net ([https://www.researchgate.net/publication/319167451\\_A\\_Review\\_on\\_Methods\\_and\\_Software\\_for\\_Fuzzy\\_Cognitive\\_Maps](https://www.researchgate.net/publication/319167451_A_Review_on_Methods_and_Software_for_Fuzzy_Cognitive_Maps)) Просмотрено: 17 января 2024.
- [16] *Pete Barbrook-Johnson & Alexandra S. Penn* (2022) Fuzzy Cognitive Mapping // Сайт link.springer.com ([https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-01919-7\\_6](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-01919-7_6)) Просмотрено: 17 января 2024.
- [17] *Glykas, Michael* (2010) Fuzzy cognitive maps. Advances in theory, methodologies, tools and applications // Сайт researchgate.net ([https://www.researchgate.net/publication/268170676\\_Fuzzy\\_cognitive\\_maps\\_Advances\\_in\\_theory](https://www.researchgate.net/publication/268170676_Fuzzy_cognitive_maps_Advances_in_theory)) Просмотрено: 17 января 2024.
- [18] *Luis Rodriguez-Repiso, Rossitza Setchi, Jose L. Salmeron* (2007) Modelling IT projects success with Fuzzy Cognitive Maps // Сайт sciencedirect.com (<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2006.01.032>) Просмотрено: 17 января 2024.
- [19] *Atasoy, Güzide* (2007) Using cognitive maps for modeling project success // Сайт open.metu.edu.tr (<https://open.metu.edu.tr/handle/11511/16910>) Просмотрено: 17 января 2024.
- [20] *Bhutani, K., Kumar, M., Garg, G., & Aggarwal, S.* (2016). Assessing it projects success with extended fuzzy cognitive maps & neutrosophic cognitive maps in comparison to fuzzy cognitive maps. Neutrosophic Sets and Systems, 12(1), 9-19.
- [21] *L. A. Zadeh* (1965) Fuzzy sets // Сайт www.sciencedirect.com (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S001995586590047>) Просмотрено: 16 февраля 2024.
- [22] *G. M. Mendez, Ismael Lopez-Juarez, P. N. Montes-Dorantes, M. A. Garcia* (2023) A New Method for the Design of Interval Type-3 Fuzzy Logic Systems With Uncertain Type-2 Non-Singleton Inputs (IT3 NSFLS-2): A Case Study in a Hot Strip Mill // Сайт ieeexplore.ieee.org (<https://ieeexplore.ieee.org/document/10114383>) Просмотрено: 16 февраля 2024.

## Приложения

### Приложение 1

Ссылка на репозиторий проекта с исходным кодом и всеми использованными материалами.  
[https://github.com/NikPeg/modeling\\_perception\\_success\\_factors](https://github.com/NikPeg/modeling_perception_success_factors)

### Приложение 2

Ссылка на проект интерфейса в сервисе Figma, отражающий примерную структуру будущего приложения.  
<https://www.figma.com/...>

### Приложение 3

### Терминология

1. **Информационные технологии (ИТ):** Термин используется для обозначения комплекса технологий, связанных с созданием, хранением, обработкой и передачей информации с помощью компьютеров и компьютерных сетей.
2. **Когнитивные карты:** Психологический инструмент, используемый для представления знаний, представлений и восприятий. Применяются в моделировании сложных систем и проблем.
3. **Нечеткие когнитивные карты (Fuzzy Cognitive Maps, FCM):** Расширение обычных когнитивных карт, позволяющее представить информацию об отношениях между элементами системы в виде нечетких значений.
4. **ИТ-проект:** Проект, связанный с разработкой, внедрением или поддержкой информационных систем или технологий.
5. **Моделирование:** Процесс создания модели - упрощенного представления реального объекта или процесса с целью его исследования и оптимизации.
6. **Факторы успеха:** Элементы или условия, которые способствуют успешной реализации проекта.
7. **Методы анализа:** Статистические и математические инструменты, используемые для изучения и распределения данных.
8. **Алгоритмы:** Указания или набор правил, которые следует выполнить в определенном порядке для достижения конкретного результата.
9. **Прогнозирование:** Использование статистических и математических методов для предсказания будущих показателей на основе определенного набора данных.
10. **Данные о проекте:** Информация, собранная в процессе выполнения проекта, которая используется для анализа и прогнозирования.
11. **Риск-менеджмент:** Процесс, включающий идентификацию, оценку и приоритизацию рисков (определенные как комбинации их вероятности и последствий) и последующую координацию и экономическую эффективность использования ресурсов для контроля вероятности и/или влияния непереносимых событий.