

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

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

Кафедра математического и компьютерного моделирования

Разработка системы поддержки принятия решений для задач

финансово-экономического сектора

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 441 группы

направление 09.03.03 — Прикладная информатика

механико-математического факультета

Володина Максима Сергеевича

Научный руководитель
доцент, к.э.н., доцент

Ю.В. Мельникова

Зав. кафедрой
зав. каф., д.ф.-м.н., доцент

Ю.А. Блинков

Саратов 2025

Введение. В настоящее время системы поддержки принятия решений (СППР) развиваются как новый класс вычислительных систем, связанный, в первую очередь, с увеличением объёма информации, с которым необходимо работать человеку.

Системы поддержки принятия решений, в которых сконцентрированы методы математического моделирования, анализа, информатики, являются инструментом, призванным оказать помощь лицу, принимающему решение (ЛПР), в своей деятельности во всё усложняющемся динамичном мире.

Использование компьютера как одного из основных элементов этой системы даёт преимущества в виде быстродействия и памяти, что необходимо практически во всех областях человеческой деятельности.

Актуальность развития методических и инструментальных средств для СППР подтверждается ещё и тем, что стоимость и ответственность управленческих решений постоянно возрастает, а время на их информационную и аналитическую поддержку уменьшается.

Всё вышеперечисленное позволяет сделать вывод о том, что научные разработки, направленные на совершенствование СППР и ускорение внедрения их в процесс управления различных систем, актуальны.

Целью данной работы является разработка системы поддержки принятия решений для задач финансово-экономического сектора.

Для достижения данной цели поставлены задачи:

1. Изучить теоретические аспекты разработки СППР.
2. Разработать СППР для решения конкретных задач в финансово-экономической области.
3. Разработать графический интерфейс СППР в виде web-сайта.
4. Исследовать работоспособность разработанной СППР.

Первый раздел посвящён изучению теоретических аспектов разработки СППР: термина «система поддержки принятия решений (СППР)», системы управления интерфейсом, схемы процесса принятия решений.

Сначала было изучено само определение СППР, которое дало понимание наличия циклического процесса взаимодействия человека и компьютера. Этот цикл состоит из фазы анализа и постановки задачи для компьютера, выполняемой ЛПР, и фазы поиска решения, реализуемой компьютером. Бы-

ла выделена главная особенность СППР в виде организации взаимодействия человека и системы, в соответствии с рисунком 1.



Рисунок 1 — Схема взаимодействия СППР и ЛПР

Далее было выяснено, что эффективность и гибкость СППР во многом зависят от характеристик её интерфейса, который определяет язык пользователя, язык сообщений компьютера, знания пользователя. В качестве языка пользователя была отмечена популярная форма входных и выходных документов. В качестве языка сообщений были особо отмечены режим меню и запросно-ответный режим. Знания пользователя были связаны с необходимостью наличия инструкций, справочных данных, выдаваемых системой.

Была рассмотрена общая схема процесса принятия решений, которая включает следующие этапы:

1. Предварительный анализ.
2. Осуществление решения с привлечением математических методов и вычислительной техники, экспертов и ЛПР.
3. Анализ и интерпретация полученных результатов.

Во **втором разделе** рассмотрены виды задач, решаемые СППР, а также приведена теоретическая основа выбранных финансово-экономических задач для создания СППР.

В начале было выяснено, что СППР помогают ЛПР во многих задачах, например, анализ примеров, анализ чувствительности, сравнение, оптимизация. В качестве конкретных финансово-экономических задач были выбраны следующие:

1. Оценка инвестиций.
2. Математическая теория потребления товаров.
3. Кредитные расчёты.

4. Принятие решений в условиях неопределённости и риска.

Первой выбранной задачей является **задача оценки инвестиций**, предполагающая проведение инвестиционного анализа, который, в свою очередь, представляет собой комплекс экономико-математических расчётов, способствующих обоснованию целесообразности осуществления инвестиций в целях принятия инвестором эффективного решения.

Было выяснено, что для оценки эффективности инвестиций в инвестиционном анализе рассчитываются следующие показатели:

1. Чистый приведённый доход (NPV, Net Present Value) – разница между суммой всех чистых доходов и первоначальными затратами на инвестиционный проект с учётом временной стоимости денег:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{R_t}{(1+r)^t} - K.$$

Если $NPV \leq 0$, то инвестиционный проект следует отклонить.

Если $NPV > 0$, то инвестиционный проект следует рассмотреть.

2. Индекс доходности (PI, Profitability Index) – отношение суммы всех чистых доходов к первоначальным затратам на инвестиционный проект с учётом временной стоимости денег:

$$PI = \frac{1}{K} \sum_{t=1}^n \frac{R_t}{(1+r)^t}.$$

Если $PI \leq 1$, то инвестиционный проект следует отклонить.

Если $PI > 1$, то инвестиционный проект следует рассмотреть.

3. Срок окупаемости инвестиционного проекта – минимальный момент времени, при котором разница между суммой всех чистых доходов и первоначальными затратами на инвестиционный проект с учётом временной стоимости денег становится положительной.

Исходя из определения, момент времени $T \in [1, \dots, n]$ является сроком окупаемости инвестиционного проекта, если:

$$T = \min t \in [1, \dots, n], \text{ при котором } \sum_{i=1}^t \frac{R_i}{(1+r)^i} - K > 0.$$

Следующей задачей является **математическая теория потребления товаров**, изучающая поведение потребителя с точки зрения рационального распределения своего дохода на покупку товаров. То есть в конечном счёте ставится задача: сколько каждого товара должен приобрести потребитель при заданных ценах на товары и известном доходе, чтобы наилучшим образом удовлетворить свои потребности.

В задаче предполагается, что известна функция полезности $u(x)$ потребителя, определённая на пространстве товаров, которая выражает отношение предпочтения в соответствии с её определением. Тогда задача математической теории потребления записывается в следующем виде:

$$u(x) \rightarrow \max_{x \in B(p, I)} .$$

Третьей задачей была выбрана **задача кредитных расчётов**, которая состоит в том, чтобы определить размер ежемесячного платежа по кредиту и переплаты, а также составить график платежей.

В ходе теоретического анализа данной задачи было выяснено, что размер ежемесячного платежа по кредиту и переплаты, а также график платежей зависят от выбранной схемы кредитного расчёта. Среди таких схем выделяют:

1. Схема погашения кредита одним платежом в конце срока, в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 — Схема погашения кредита одним платежом в конце срока

Периоды	Остаток долга	Выплаты по долгу
0	D	—
1	$D(1 + r)$	—
2	$D(1 + r)^2$	—
\vdots	\vdots	\vdots
n	0	S

2. Схема погашения кредита дифференцированными платежами, в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 — Схема погашения кредита дифференцированными платежами

Периоды, t	Остаток долга, D_t	Погаситель- ная выплата, d_t	Проценты, $\%_t$	Выплаты по долгу, y_t
0	D	—	—	—
1	$D - d$	d	Dr	$d + Dr$
2	$D - 2d$	d	$(D - d)r$	$d + (D - d)r$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
n	0	d	$(D - (n - 1)d)r$	$d + (D - (n - 1)d)r$

3. Схема погашения кредита аннуитетными платежами, в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3 — Схема погашения кредита аннуитетными платежами

Периоды, t	Остаток долга, D_t	Погасительная выплата, d_t	Проценты, $\%_t$	Выплаты по долгу, y_t
0	$D_0 = D$	—	—	—
1	$D_0 - d_1$	$y - D_0r$	D_0r	y
2	$D_1 - d_2$	$y - (D_0 - d_1)r$	$(D_0 - d_1)r$	y
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
n	0	$y - (D_{n-2} - d_{n-1})r$	$(D_{n-2} - d_{n-1})r$	y

Четвёртой задачей является **принятие решений в условиях неопределённости и риска**, заключающаяся в выборе одного варианта решения из множества возможных вариантов решений, когда вероятность наступления различных вариантов неизвестна (условия неопределённости) либо каждый вариант наступает с заданной вероятностью (условия риска).

В задаче ищется вариант с наибольшим значением результата, при условии, что результат характеризует выигрыш, полезность варианта. Противоположная задача минимизации рассматривается, если результат характеризует затраты, потери.

Интерес вызывает задача, в которой варианту решения могут соответствовать несколько результатов в зависимости от внешних условий, состояний, факторов, которые необходимо учитывать при выборе варианта. Для решения данной задачи используются критерии, которые позволяют для каждого варианта учесть все внешние условия.

Популярными критериями являются:

1. Минимаксный.

Минимаксный критерий заключается в том, что каждый вариант решения будет приносить худший результат. Лучшим вариантом решения по минимаксному критерию считается тот, который приносит максимальный результат среди худших.

2. Байеса-Лапласа.

Использование критерия Байеса-Лапласа предполагает знание распределения вероятностей для внешних условий и заключается в том, что каждый вариант будет приносить усреднённый (взвешенный по вероятностям возможных значений) результат. Лучшим вариантом решения по критерию Байеса-Лапласа считается тот, который в этом случае приносит максимальный результат.

3. Сэвиджа.

Критерий Сэвиджа предполагает, что каждый вариант будет приносить наибольшие из возможных потерь. Лучшим вариантом решения по критерию Сэвиджа считается тот, который в этом случае приносит минимальные потери.

Оптимальным решением задачи принятия решений в условиях неопределённости является тот вариант решения, который будет считаться оптимальным большим числом критериев.

Третий раздел заключается в описании разработки СППР «ФинОптим» и демонстрации её работоспособности.

Формой представления СППР был выбран сайт в сети Интернет. Для этого была использована служба веб-хостинга PythonAnywhere. Разработанная система имеет модульную структуру. Код был реализован на языке Python 3 с использованием библиотеки для создания веб-сайтов CherryPy.

Удобным способом перехода на главную страницу разработанной СППР «ФинОптима» является QR-код, в соответствии с рисунком 2.



Рисунок 2 — QR-код для перехода на главную страницу СППР «ФинОптима»

На главной странице пользователю предоставляется выбор из блоков задач, в соответствии с рисунком 3.

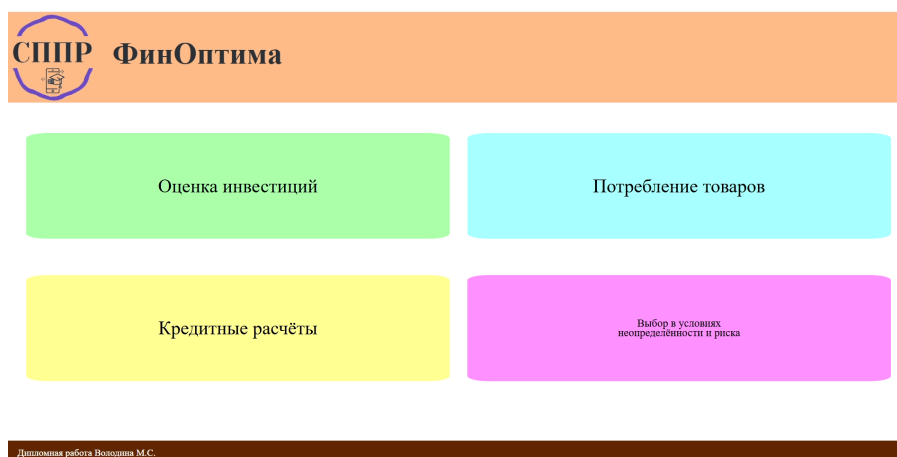


Рисунок 3 — Главная страница СППР «ФинОптима»

Шапка сайта, выполненная с помощью тега *< header >*, предоставляет возможность возвращения на главную страницу сайта путём нажатия на неё. Об этом также свидетельствует всплывающая подсказка, созданная с помощью атрибута *title* тега *< header >*, при наведении курсора на шапку. Футер сайта, выполненный с помощью тега *< footer >*, содержит в себе ссылку на pdf-файл со справочными материалами, которые помогут пользователю разобраться в работе СППР. Об этом аналогично свидетельствует всплывающая подсказка.

Оформление страниц сайта выполнено с помощью HTML-тега `< style >`, который используется для определения стилей элементов веб-страницы. Внутри него можно задать параметры для CSS-стилей, которые применяются на странице. Например, описать, как будут выглядеть заголовки, ссылки, обычный текст и другие элементы страницы. Тег `< style >` помещается в блок `< head >`, где находится метаданная о сайте. Данные из этого блока не отображаются непосредственно на странице, а служат для её описания, подключения стилей и скриптов. Блоки задач были созданы с помощью HTML-тега `< div >`, который позволяет определить отдельный блок содержимого и разделить веб-страницу на фрагменты. Каждый из блоков представляет собой ссылку, выполненную с помощью атрибута `onclick` тега `< div >`, на страницу решения определённой задачи.

Таким образом, форма диалога между пользователем и системой на главной странице реализована в режиме меню, где пользователю выдаётся список доступных задач, в которых система может помочь принять решение.

Для получения представления о реализации СППР стоит подробнее рассмотреть один из блоков, например, блок «Потребление товаров» (остальные блоки выполнены по аналогии, в соответствии со своей теоретической основой). Для выделения на фоне остальных блоков оформление блока «Потребление товаров» выполнено в бирюзовых тонах. Блок потребления товаров начинается со сбора системой изначальных входных данных от пользователя, в соответствии с рисунком 4 и теоретической основой данной задачи.

Дипломная работа Володина М.С.

Рисунок 4 — Оформление блока «Потребление товаров»

После ввода количества видов товаров и нажатия на кнопку «Отправить» появляется возможность ввести цены на товары. Далее следует вопрос о виде функции полезности. Это либо функция Кобба-Дугласа, либо функция с полным взаимозамещением благ. Данные функции точно являются функциями полезности, что избавляет от лишних и сложных проверок на удовлетворение всех условий функции полезности, например, при произвольном вводе функции пользователем. При выборе одной из этих двух функций пользователю останется ввести соответствующие коэффициенты. После выбора вида функции полезности идёт вопрос о наличии заданных наборов товаров, среди которых необходимо найти оптимальный. Если пользователь отвечает «Да» на данный вопрос, то появляется поле с возможностью ввода количества рассматриваемых наборов. В этом случае СППР будет искать решение задачи среди введённых пользователем наборов товаров. Если же заданных наборов товаров нет, то СППР будет искать решение среди всевозможных наборов, удовлетворяющих задаче. Это происходит с помощью функции *minimize()* из пакета *scipy.optimize* библиотеки *SciPy*, предназначенной для математических вычислений и основанной на популярной библиотеке *NumPy*. Функция *minimize()* позволяет находить минимум скалярной функции (функция, ставящая в соответствие каждой точке из области определения скаляр, то есть действительное или комплексное число) одной или нескольких переменных при некоторых линейных ограничениях. Решение задачи предполагает нахождение максимума функции $u(x)$ при линейных ограничениях, но решение задачи максимизации функции $u(x)$ совпадает с решением задачи минимизации функции $-u(x)$ при тех же ограничениях. Линейные ограничения определяются объектом *LinearConstraint* из всё того же пакета *scipy.optimize* и передаются в функцию *minimize()* через аргумент *constraints*.

Например, при количестве видов товаров, равном 2, доходе потребителя в 300 рублей, соответствующих ценах на товары в 20 и 30 рублей, функции полезности с полным взаимозамещением благ вида $u(x_1, x_2) = x_1 + 2x_2$ и отсутствии заданных наборов товаров, система подскажет пользователю, что оптимальным набором является набор $(0; 10)$, в соответствии с рисунком 5.

Количество видов товаров:
 Доход потребителя: (в рублях)
 Цена на товар 1 вида: (в рублях)
 Цена на товар 2 вида: (в рублях)
 Вид функции полезности?
☐ Кобба-Дугласа
☒ С полным взаимозаменением благ
 Коэффициент при x_1 :
 Коэффициент при x_2 :
 Есть ли заданные наборы товаров, среди которых необходимо найти оптимальный?
☐ Да
☒ Нет

Максимальная полезность: 20.0
 Набор с максимальной полезностью:
 (0.0, 10.0)
 Стоимость этого набора: 300.0 руб.

Рисунок 5 — Пример решения задачи потребления товаров

Заключение. СППР является качественным помощником, способным упростить рабочий процесс человека. Современное развитие СППР будет активно использовать новейшие разработки в области искусственного интеллекта, математики и программирования для ещё большего улучшения и расширения функционала.

В ходе работы:

1. Было изучено понятие СППР, изучены теоретические аспекты её разработки: процесс взаимодействия СППР и ЛПР и процесс принятия решений.
2. Рассмотрены с теоретической стороны конкретные задачи в финансово-экономической области.
3. Разработана СППР, способная решать данные задачи, а также исследована её работоспособность с использованием компьютерной версии графического интерфейса в виде web-сайта.

Таким образом, задачи, поставленные в работе, полностью выполнены, и цель достигнута.