

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петин В.А. Проекты с использованием контроллера Arduino / В.А. Петин – СПб.: БХВ-Петербург, 2014. – 400 с.
2. Лутц М. Изучаем Python, 4-е издание / М. Лутц – СПб.: Символ-Плюс, 2011. – 1280 с.
3. Максимов Н.В. Компьютерные сети / Н.В. Максимов, И.И. Попов – М.: ФОРУМ, 2016. – 464 с.
4. Таненбаум Э. Компьютерные сети / Э. Таненбаум, Д. Уэзеролл – СПб.: Питер, 2012. – 960 с.
5. Хахаев И.А. Практикум по алгоритмизации и программированию на Python / И.А. Хахаев – М.: Альт Линукс, 2010. – 126 с.

УДК 519.68

Филанович Виктория Станиславовна,
обучающаяся группы ИВТ-15-1
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: filanovich_v@mail.ru
Александрова Елена Григорьевна,
ст. преподаватель кафедры «Вычислительные машины и комплексы»,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: ae.qt@yandex.ru

**ПРИМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ
 ОПТИМИЗАЦИИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ**

Filanovich V.C., Alexandrova E.G.

**APPLICATION OF NUMERICAL METHODS FOR SOLVING THE PROBLEM OF
 OPTIMIZING ECONOMIC INDICATORS**

Аннотация. *Определены особенности численных методов решения. Рассмотрены прямые и обратные методы. Предложен двухэтапный метод отбора инвестиционных проектов, представлено описание программного обеспечения, которое реализует указанный метод.*

Ключевые слова: *численные методы, СЛАУ, САПР, прямые и обратные методы решения, математические модели.*

Abstract. *The features of distributed solutions are determined. Direct and inverse methods are considered. A two-stage method for selecting investment projects, a product description that implements the method, is proposed.*

Keywords: *numerical methods, SLAU, CAPR, direct and inverse solution methods, mathematical model.*

В настоящее время процесс внедрения IT-технологий в различные сферы общества стал одним из особо значимых глобальных процессов. В данной работе рассмотрим возможности объектно-ориентированного программирования для задач оптимизации экономических процессов.

Использование вычислительной техники напрямую связано с классической областью численных методов.

Выделение классов задач и способов их решения, подобно матричным классам и классам управляющих функционалов, позволяет более четко структурировать программные средства, необходимые для решения за-

дач. Заданный прием помогает продемонстрировать классические математические понятия реальными программными объектами и в конечном итоге добиться желаемой наглядности и лаконичности, позволяющей писать сложные прикладные программы в удобной форме, близкой к математической. Применение основных принципов объектно-ориентированного программирования (ООП) к разработанным алгоритмическим и матричным классификациям может быть рассмотрено в качестве инструментальной основы для разработки математических библиотек и разнообразных приложений.

Численное решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) – одна из известных задач, используемых в научно-технических исследованиях. Прикладные задачи нередко обязывают решать большие и сверхбольшие СЛАУ с числом неизвестных более 1000.

Для программной реализации численных схем решения системы линейных алгебраических уравнений далее будут рассмотрены прямые методы и сравнение выбранных схем решения.

К прямым методам относятся: метод Гаусса, метод LU-разложения, метод прогонки и метод Крамера. Основной особенностью метода является реализация большого числа операций.

Стоит отметить, что методом Гаусса решаются системы уравнений, в которых число уравнений не соответствует количеству неизвестных переменных или определителем основной матрицы является нуль.

Особенности LU-разложения:

легко вычисляется определитель матрицы;

сложность алгоритма.

Для осуществления метода прогонки необходимо примерно 8 операций, из которых 3 составляют операции типа умножения и 5 – операции типа сложения.

Методы Гаусса, LU-разложения и прогонки были реализованы в одном программном продукте, так как алгоритмы методов предполагают представление результатов вычисления в виде вектора.

Для программного решения системы линейных алгебраических уравнений был выбран высокоуровневый язык программирования C++, программный продукт BorlandBuilder C++, версии 6.0.

В качестве компилятора для реализации задачи, был использован Embarcadero C++ Builder XE.

В процессе решения СЛАУ методом Гаусса с помощью обратного и прямого хода, приводим матрицу к ступенчатому виду и далее делаем обратный ход метода Гаусса, то есть для каждой строки j , ниже i -й найти значение коэффициента $K_j = a_{ji}/a_i$.

Методом LU-разложения найдем элементы матриц L и U , где L – нижнетреугольная матрица с единичной диагональю, а U – верхнетреугольная матрица.

Далее вводим элементы матрицы в форму ввода начальных значений, которая приведена на рисунке 1.

A =	5	3	0,0001	0,0001	8
	3	6	1	0,0001	10
	0,0001	1	4	-2	3
	0,0001	0,0001	1	-3	-2

Рисунок 1 – Форма ввода элементов матрицы

При нажатии кнопки вычислить производится вычисление корней СЛАУ методами Гаусса, LU-разложения и прогонки. Результат выводится в нижнее поле формы, приведенной на рисунке 2.

Наименование	x1	x2	x3	x4	N	time
Гаусса	0,99995846	1,00000256	1,00000923	1,00006974	36	0
LU-разлож.	0,99995846	1,00000256	1,00000923	1,00006974	41	0
Прогонки	1	1	1	1	6	0

Рисунок 2 – Вывод СЛАУ и её корней

Приведенные выше методы часто применяются при решении задач оптимизации, например при оптимизации производства.

Выделяют три основные задачи, рассматриваемые в математическом обеспечении САПР: задача анализа, задача оптимизации и задача синтеза [1].

В качестве контрольного примера для демонстрации оптимизации рассмотрен способ анализа инвестиционных проектов.

Анализ инвестиционных проектов и задачи сравнительного отбора появляются как при формировании инвестиционной программы, состоящей из сочетаний проектов, так и при подготовке отдельного инвестиционного проекта. Во время предварительного отбора входных данных для расчета по выбранному методу важным фактором является рассмотрение множеств альтернативных вариантов проекта, которые перед детальным финансово-экономическим анализом, приводят к этапу предварительной экспертизы проекта (множества проектов). Данные для анализа экономических показателей затрудняют алгоритмизацию из-за многих качественных и количественных факторов.

Для упрощения процесс отбора экономически эффективных инвестиционных проектов, целесообразно разбить на два подэтапа: предварительный анализ и заключительный анализ [3].

На предварительном этапе необходимо отобразить экономические показатели, требующие оптимизации. В качестве основной метрики была выбрана внутренняя норма доходности (далее IRR) [1]. В работе С.С. Юрченко [4] описан способ получения аналитического значения IRR с использованием метода последовательных приближений. После подсчета указанной метрики необходимо выбрать несколько лучших проектов.

В заключительном анализе предлагается использовать метод Крамера, в рамках которого необходимо заполнить матрицу парных сравнений критериев, после чего заполнить матрицы сравнений альтернатив по каждому показателю. Затем необходимо рассчитать относительный числовой результат для каждой из альтернатив, и альтернатива с наибольшим результатом будет являться наилучшей [2].

Для демонстрации анализа инвестиционных проектов по методу Крамера было реализовано программное обеспечение. При запуске программы появляется стартовое окно, приведенное на рисунке 4.

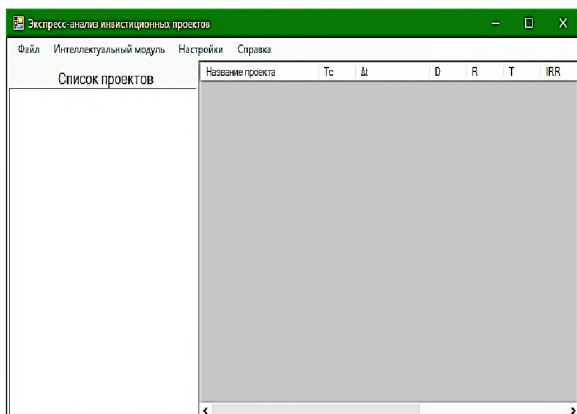


Рисунок 4 – Стартовое окно

В левой части окна располагается поле отображения списка проектов. Также, при необходимости, можно создать новый проект, путем заполнения шаблона, выполненного в виде матрицы.

Для выполнения предварительного этапа необходимо добавить альтернативы (возможный исход) путем ввода начальных

данных, необходимых для анализа IRR. Окно ввода приведено на рисунке 5.

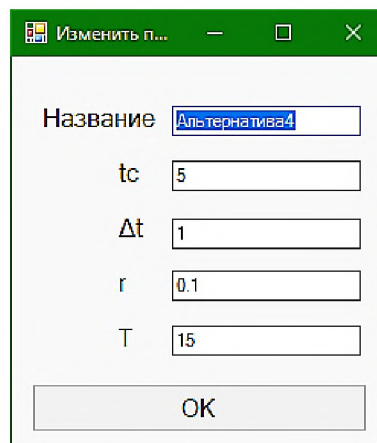


Рисунок 5 – Окно ввода данных

После ранжирования результатов необходимо скрыть альтернативы, которые не будут учитываться в следующем этапе. Для этого нужно убрать галочку в элементах управления «CheckBox», они находятся рядом с названием альтернатив, пример окна приведен на рисунке 6. После этого альтернатива не будет отображаться и учитываться в результирующей таблице метода анализа иерархии, например, дублирующиеся альтернативы или внештатные ситуации.

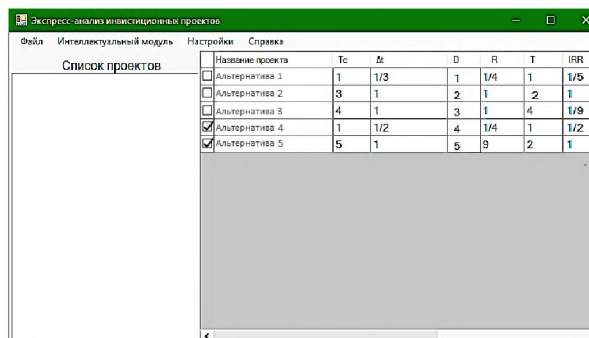


Рисунок 6 – Выбор нужных альтернатив

Для перехода к заключительному этапу необходимо нажать на кнопку «Интеллектуальный модуль», после чего откроется окно с таблицами для заполнения матриц парных сравнений, окно программы представлено на рисунке 7.

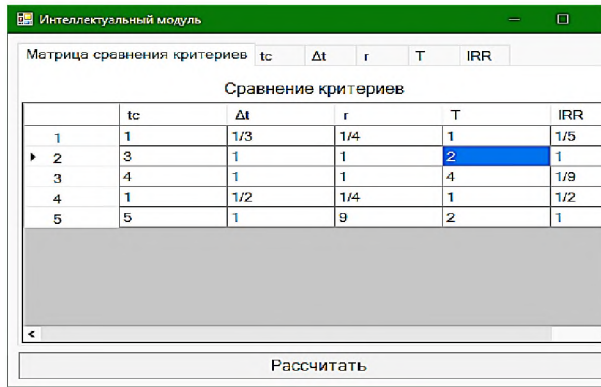


Рисунок 7 – Интеллектуальный модуль

Далее программой производится расчет и выводится ранжированный список с результатами заключительного анализа. Пример результата представлен на рисунке 8.

Использование предложенных программных продуктов на основе методов Гаусса, LU-разложения, прогонки и Крамера, позволяет решать задачи оптимизации эко-

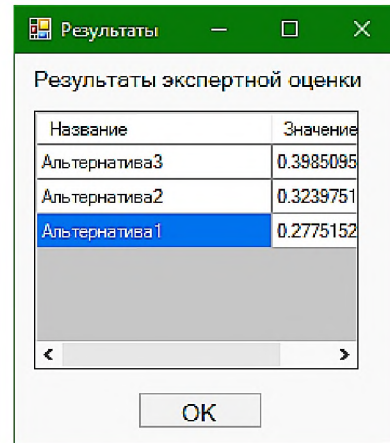


Рисунок 8 – Результаты заключительного этапа

номических показателей, таких как внутренняя норма доходности и помогает определять стратегии развития предприятия. При необходимости уточнения показателей программные продукты могут быть расширены дополнительными критериями процесса, требующего оптимизации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вольхин Д.И. Синтез широкополосных симметрирующих устройств на связанных линиях передачи / Д.И. Вольхин, Г.Н. Девятков // Материалы XI международной конференции «Актуальные проблемы электронного приборостроения АПЭП-2012»: в 7т. Т. 4. –Новосибирск, 2012. С. 114-117.
2. Маттей Д.Л. Фильтры СВЧ, согласующие цепи и цепи связи / Д.Л. Маттей, Л. Янг, Е.М.Т. Джонс. – М.: Связь, 1971. С. 215-217.
3. Леондес К.Г. Фильтрация и стохастическое управление в динамических системах. М.: Мир, 1980. С. 101-102.
4. Габасов Р., Кириллова Ф.А , Во Тхи Тань Ха. Оптимальное управление в реальном времени многомерным динамическим объектом // Автоматика и телемеханика, 2015. № 1. С. 121-135.
5. Поншрягин Л.С., Болтянский В.Г., Гамкредидзе Р.В., Мищенко Е.Ф. Математическая теория оптимальных процессов. М.: Наука, 1976. С. 118-120.
6. Веллман Р. Динамическое программирование. М.: Изд-во иностр. лит., 1960. С. 56-60.
7. Горшенин А.К. Концепция онлайн-комплекса для стохастического моделирования реальных процессов // Информатика и её применения, 2016. Т. 10. Вып. 1. С. 72-81.