

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра математической кибернетики и
компьютерных наук

Разработка информационной системы для анализа выполнимости планов

КУРСОВАЯ РАБОТА



Студента 1 курса 173 группы
направления 01.04.02 «Прикладная математика и информатика»
факультета КНиИТ
Галкина Руслана Ризвановича

Научный руководитель
д. т.н., профессор



В.А. Кушников

28.11.2016

Заведующий кафедрой
к. ф.-м.н.



С.В. Миронов

28.11.2016

Саратов 2016

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1 Теоретическая часть.....	5
1.1 Метод ПАТТЕРН	5
1.2 Основные модели представления сценариев.....	14
1.3 Модификация ПАТТЕРН-Л.....	14
2 Практическая часть.....	12
2.1 Функционал и интерфейс информационной системы.....	20
Заключение.....	16
Список использованных источников.....	17
Приложения.....	18

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время все большее распространение получают идеи программно-целевого планирования и прогнозирования. При этом под программой обычно имеют в виду долгосрочные планы распределения ресурсов, выделяемых для достижения одной или нескольких целей.

Программно-целевое планирование рассматривается как средство наиболее рационального распределения ограниченных ресурсов, усиления централизации, борьбы с распылением ресурсов, для установления тесной связи между общими целями, сформированными, как правило, в общем виде, и конкретными вариантами распределения ресурсов. Переход к программно-целевому планированию и прогнозированию в практической деятельности плановых органов связан со сложными организационными и методологическими проблемами.

Организационные проблемы возникают при перестройке работы плановых органов, переходе к иным организационным системам планирования и прогнозирования. Средства решения этих проблем должны создаваться индивидуально для каждой конкретной организационной системы на основе глубокого анализа существующих механизмов планирования.

Методологические проблемы программно-целевого планирования и прогнозирования связаны с тем, что необходимо определять соответствие между общими целями и конкретными средствами их достижения, необходимо сравнивать между собой различные варианты распределения ресурсов.

Для решения этих проблем был создан специальный класс методов программно-целевого планирования и прогнозирования, названных методами определения средств достижения целей (СДЦ) [1]. Несмотря на существенные отличия, в программно-целевых методах можно выделить ряд типовых этапов [1]. Эти этапы не обязательно присутствуют в каждом из методов, но они встречаются во многих из них:

- Составление сценария.
- Определение глобальной цели планирования.

- Переход от глобальной цели к подцелям и средствам их достижения.
- Получение экспертных оценок целей и средств.
- Агрегация оценок и выбор альтернатив.

Целью данной работы является разработка информационной системы для анализа выполнимости планов с помощью одного из методов определения СДЦ. Для этого рассмотрим в качестве примера широко известный метод ПАТТЕРН – метод планирования и прогнозирования научных работ, спроектируем модификацию данного метода [2], представим основной функционал и интерфейс информационной системы.

1 Теоретическая часть

1.1 Метод ПАТТЕРН

Данный метод был разработан сотрудниками фирмы «Хониуэлл» по заказу Министерства обороны США. В основе метода лежит процедура построения сценариев, представленных иерархическими графовыми моделями, исходя из принципов дедуктивной логики путем деления проблемы на подпроблемы, при переходе от одного уровня иерархии к другому. Такие иерархические модели получили название «дерево целей» (relevance tree), на котором реализуется информационный принцип оценки всех элементов дерева, т. е. учитываются только те факторы и данные, которые требуют внимания руководителей, принимающих решение.

Первые сообщения о методике ПАТТЕРН появились в 1963 г. Однако в последующем публикации в основном копируют первые. Это связано с тем, что инициативой фирмы «Хониуэлл» заинтересовалось Министерство обороны США и, соответственно публикации в открытой печати были ограничены, в дальнейшем, после того, как сенатор Г. Хемфри выступил в 1964 г. в Конгрессе США с предложением создать на базе идеи ПАТТЕРН Бюро помощи президенту в подготовке решений научно-информационными методами (PASSIM), открытые публикации о развитии методики практически прекратились.

Принципиальная структура методики ПАТТЕРН приведена на рисунке 1.1. В качестве основы для формирования и оценки «дерева целей» разрабатывались «сценарий» (нормативный прогноз) и прогноз развития науки и техники (изыскательский прогноз).

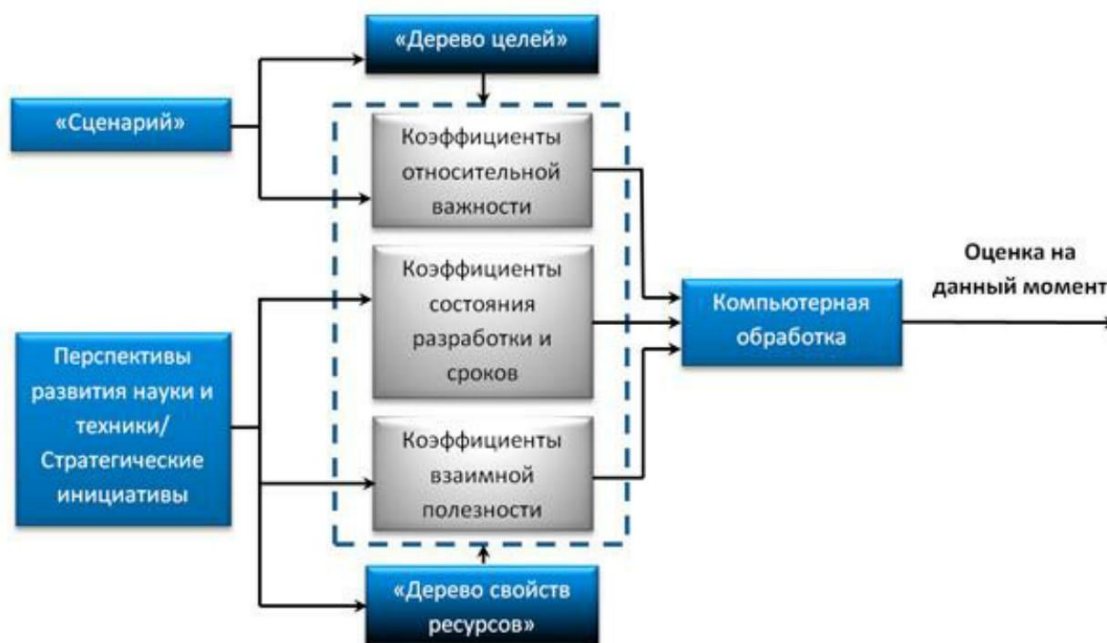


Рис. 1.1 Структура методики ПАТТЕРН

Система ПАТТЕРН явилась важным средством анализа трудно решаемых проблем с большой начальной неопределенностью прогнозирования и планирования их реализации. Основные идеи методики применялись в различных областях - научные исследования, проектирование и создание систем различной сложности в научно-исследовательских организациях и на предприятия расширение рынков сбыта военно-космической продукции и т.д. Глубина прогнозирования в системе ПАТТЕРН составляла 10-15 лет, что соответствовало жизненному циклу становления и старения техники.

Главное достоинство методики ПАТТЕРН состоит в том, что в ней предложена идея структуризации целей и определены классы критериев: оценки (коэффициенты) относительной важности, взаимной полезности, состояния и сроков разработки («состояние - срок»)

Рассмотрим пример из источника [2], раскрывающий принципы построения и анализа «дерева целей» по проблеме «Военное и научное превосходство США» показанный на рисунке. 1.2.

На уровне А перечислены три области военных интересов правительства США. На уровне В указаны восемь задач, или «конфликтов», в которые могут быть вовлечены США при обеспечении этих трех областей. Затем идут 46

«заданий» (missions), необходимых для решения предыдущих восьми задач (уровень C). Эти задания вытекают из военного и научно-прикладного характера системы ПАТТЕРН. На уровне D постулировалась 161 новая научная концепция и принципиально новая система оружия, связанная с выполнением 46 заданий. Они, в свою очередь, были разбиты на 425 функциональных подсистем (уровень E), нуждающихся в совершенствовании для обеспечения уровня D.

Далее выделялось 850 возможных конструктивных исполнений подсистем (уровень F) и 1987 технических проблем (уровень G), требующих своего разрешения, прежде чем появится возможность решать специфические научные задачи предыдущих уровней.



Рис. 1.2. Иерархическая структура дерева целей по проблеме «Военное и научное превосходство США»

Главным преимуществом машинно-информационной системы ПАТТЕРН является количественная оценка всех элементов, входящих в «дерево целей» в виде «весов», т. е. коэффициентов их относительной важности (ri). В общем виде значение тех или иных мероприятий, заданий и задач присутствует в

сценарии. Количественное их выражение путем коллективной экспертной оценки представляет собой относительное выражение необходимости проведения того или иного мероприятия, развития тех или иных видов техники для вооруженных сил США, т. е. дается с точки зрения формулированного критерия.

Естественно, что по мере перехода от политических задач к военным, научным и, наконец, к техническим, критерии для выработки этих коэффициентов будут различны. Например, помимо указанных на вершине «дерева целей» критериев оценок «критических мероприятий» в сценарии значатся: необходимость «модернизировать и развивать американскую военную мощь с целью обеспечить противодействие тем силам, которые могут быть брошены, чтобы помешать достижению национальных целей США в различного типа конфликтах».

В ходе разработки методики ПАТТЕРН подобные критерии были сформулированы более четко. Так, для вершины «дерева целей» (уровни А, В и С) в качестве критериев были приняты: распределение сил для обеспечения безопасности США, угроза потенциального противника, обеспечение «позиции силы», престиж США среди союзников и врагов. В понятие престижа в данном случае включен и «политический резонанс в смысле чувствительности правительств других стран к накоплению оружия и соглашениям об его использовании».

На уровнях принципов систем оружия и их функциональных подсистем (уровни D, E) главными критериями были требования учета затрат и их эффективности (стоимость-эффективность), возможности реализации принципиально новой системы оружия в заданные сроки и связанной с этим проблемы внедрения достижений науки не только в военные, но, возможно, и другие отрасли экономики страны, накопление научных знаний в качестве научного задела.

Будущие системы оружия оценивались также с точки зрения вероятностной степени достижения конечного результата «в борьбе с данной

угрозой» и их оперативных преимуществ (надежность, простота установки на позиции, гибкость, боеготовность, время разработки, требования к персоналу и т. п.).

Наконец, на уровнях технических и технологических проблем (уровни F и G) в качестве критериев относительной важности принимались: возможность создания функциональных подсистем в заданные сроки. При минимальных затратах сил и средств, с разумным риском в отношении обеспечения разработок необходимыми функциональными подсистемами и оборудованием, расширение технических возможностей военной промышленности США и обеспечением оперативных преимуществ нового оружия (надежность, простота обращения, мобильность и т. п.).

Соответственно критериям для различных уровней «дерева целей» подбирались эксперты для определения коэффициентов относительной важности.

Процедура присвоения коэффициентов относительной важности состояла в следующем. Специалистам выдавался сценарий для основательного его изучения и бланк для простановки коэффициентов. Эксперты должны были определить относительную важность указанных на бланке мероприятий и выразить ее в долях единицы. Специалисты пользовались правом обсуждать сценарий и критерии друг с другом, но коэффициенты проставляли самостоятельно. Они также могли менять бланк, если его форма не учитывала все важные, по их мнению, критерии.

Присвоение коэффициентов относительной важности проводилось в несколько туров. После получения первых результатов группа ПАТТЕРН подсчитывала средние значения коэффициентов и выбирала данные тех специалистов, коэффициенты которых значительно отличались как в ту, так и в другую сторону от средних.

Затем проводился второй тур присвоения коэффициентов. Он начинался с сообщения о полученных результатах и дисперсии коэффициентов. Затем слово предоставлялось специалистам, проставившим коэффициенты значительно

отличающиеся от средних. Специалист должен был объяснить причину, по которой данный коэффициент, по его мнению, имеет только такое значение. Цель объяснения не в том, чтобы перетянуть на свою сторону других, а в том, чтобы обеспечить глубину понимания задачи всеми участниками. Количество таких туров в значительной мере зависит от квалификации специалистов и их опыта; считается, что в среднем достаточно трех туров голосования для групп, состоящих из 10-12 хорошо подобранных экспертов.

Для каждого из 7 уровней от А до G составляется матрица соответствия элементам данного уровня критериям. Для точности укажем, что практически для уровней С и ниже используется одна матрица для всего семейства элементов на данном уровне, т. е. одна матрица для каждого семейства из 6-7 задач. Это практическая процедура. Для облегчения подсчетов логически должна быть своя матрица для каждого уровня. Общая («семейная») форма такой матрицы приведена в табл. 1.1 [2].

Заполнение такой матрицы является главной целью экспертной оценки. Фирма «Хониуелл» использовала 20 специалистов для разработки форм и обработки полученных данных, занятых только этим делом в течении 6 месяцев. Такой способ заполнения матрицы является существенным улучшением методики интуитивной оценки, используемой в других методах, например, «Дельфи».

Таблица 1.1

Матрица для определения коэффициентов относительной важности

Критерий	Вес критерия	Элементы уровня						
		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>		<i>j</i>		<i>n</i>
α	q_{α}	s_a^{α}	s_b^{α}	s_c^{α}		s_j^{α}		s_n^{α}
β	q_{β}	s_a^{β}	s_b^{β}	s_c^{β}		s_j^{β}		s_n^{β}
γ	q_{γ}	s_a^{γ}	s_b^{γ}	s_c^{γ}		s_j^{γ}		s_n^{γ}
χ	q_{χ}	s_a^{χ}	s_b^{χ}	s_c^{χ}		s_j^{χ}		s_n^{χ}
ν	q_{ν}	s_a^{ν}	s_b^{ν}	s_c^{ν}		s_j^{ν}		s_n^{ν}
		r_i^a	r_i^b	r_i^c		r_i^j		r_i^n

Введены два нормализующих логических условия для достижения однородности результата:

$$\sum_{\chi=\alpha}^V q_{\chi} = 1$$

$$\sum_{j=\alpha}^n s_j^{\chi} = 1 .$$

Здесь s_j^{χ} – относительный вес (на сколько важен j -тый элемент для удовлетворения χ критерия); r_j^i – коэффициент относительной важности элемента j уровня i .

От уровня C и ниже «семейные» матрицы нормализованы и приведены к однородности (это не нарушает логику определения коэффициентов при условии, что сумма коэффициентов относительной важности по любой ветви дерева также нормализована).

Тогда коэффициент относительной важности определяется как:

$$r_i^j = \sum_{\chi=\alpha}^V q_{\chi} s_j^{\chi} .$$

Легко видеть, что условия нормализации также требуют, чтобы сумма коэффициента относительной важности равнялась единице:

$$\sum_{j=\alpha}^n r_i^j = 1$$

Условие, касающееся коэффициента относительной важности, является произвольным, но оно кажется естественным и хорошо отражающим первичную цель – анализ соответствия элемента критериям различной важности.

Для иллюстрации этой процедуры приведем подсчет коэффициента относительной важности для уровня A .

Разработчики системы ПАТТЕРН подошли к определению коэффициентов относительной важности двумя путями. Сначала предложили группе экспертов определить распределение усилий США для обеспечения

выживаемости страны, демонстрации позиции силы и создания благоприятного для США мирового общественного мнения. После нескольких туров голосования были получены следующие результаты: 0,6; 0,3 и 0,1 соответственно.

Затем членам той же группы, состоящей из 20 экспертов, были розданы бланки (табл. 1.2). Но теперь задача формулировалась несколько иначе: «Считая, что мы заинтересованы в обеспечении выживаемости США, как наилучшим образом распределить наши силы?». Полученные ответы показали, что США должны концентрировать свои силы и средства в основном на улучшении их возможностей в области активных боевых мероприятий (0,6), 30 % сил и средств отвести на совершенствование разведывательных (обеспечивающих) мероприятий и 10 % – на развитие науки.

Таблица 1.2

Пример расчета значений коэффициента относительной важности

Критерий	Вес критерия q	Элементы j на уровне A		
		Мероприятия		
		боевые	обеспечивающие	научные
Выживаемость страны	0,6	0,6	0,3	0,1
Демонстрация позиции силы	0,3	0,6	0,1	0,3
Создание благоприятного мирового общественного мнения	0,1	0,4	0,1	0,5
		0,58	0,22	0,20

Далее аналогичная процедура была проведена в отношении пресловутой «позиции силы» и, наконец, для создания благоприятного для США мирового общественного мнения. Полученные результаты были сведены в табл. 1.2. Теперь для получения результатов необходимо подсчитать ожидаемые значения матрицы, в которой критерии и различные способы действия являются параметрами, используемыми для принятия решений в условиях наличия риска.

Коэффициент относительной важности, например, для активных боевых мероприятий составит: $0,6 \times 0,6 \times 0,6 \times 0,3 + 0,4 \times 0,1 = 0,58$.

Таким образом, коэффициент относительной важности ri учитывает суммарное значение основных средств, применяемых для реализации главных мероприятий.

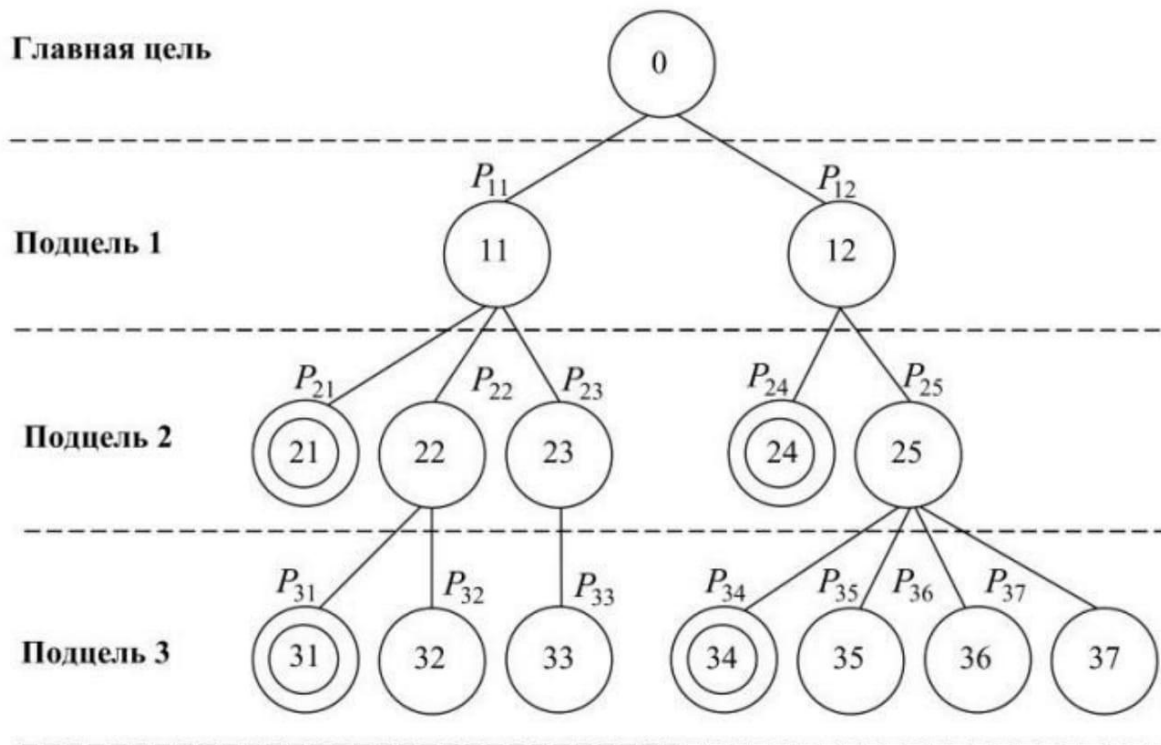
Построение и анализ сценариев – это творческий процесс, выполняемый командами (группами) специалистов-профессионалов (аналитиками, экспертами, консультантами и др.), который является труднопланируемым и прогнозируемым. Тем не менее, результаты исследований и разработок по данной проблеме, полученные к настоящему времени, позволяет выделить ряд типовых этапов.

Данная информация лежит в основе построения топологий цепочек причинно-следственных связей, для отображения которых используются графовые модели (дерево целей, прогнозный граф, дерево решений и др.).

1.2 Основные модели представления сценариев

Одной из наиболее распространенной графической формой представления сценариев является граф-дерево (дерево целей), на котором реализуются логические функции «И-ИЛИ». Это ориентированный граф без циклов с одной выделенной вершиной, называемой корнем. Все вершины графа разделены на три класса: И-вершины, ИЛИ-вершины, концевые (целевые) вершины. Для оценки значимости (веса) каждой из ветвей дерева целей им обычно приписывают коэффициенты относительной важности, учитывая при этом, что их сумма должна быть равна единице (условие нормирования).

Если, например, в качестве таких коэффициентов используются значения вероятностей наступления событий на дереве целей, то для его анализа могут быть использованы основные формулы теории вероятностей. Рассмотрим пример. Предположим, что дерево целей представлено графом, показанным на рисунке 1.3.



**Рис. 1.3. Дерево целей со значениями вероятностей
возможных исходов**

Главная цель может иметь два исхода $\{11\}$ и $\{12\}$ с вероятностями P_{11} и P_{12} соответственно. Каждый из этих исходов для второй подцели играет роль начального состояния. Событие $\{11\}$ в области второй подцели может иметь исходы $\{21\}$, $\{22\}$, $\{23\}$ с вероятностями P_{21} , P_{22} , P_{23} , а событие $\{12\}$ – исходы $\{24\}$ и $\{25\}$ с вероятностями P_{24} и P_{25} соответственно и т. д. Исходы каждого события должны составлять исчерпывающие множества, т. е. должны выполняться следующие условия:

Полная вероятность каждого исхода определяется как произведение всех вероятностей, указанных на ветвях дерева, начиная от данного исхода и заканчивая корнем дерева (главная цель). Так, вероятность исхода $\{33\}$ равна $P_{33} \times P_{23} \times P_{11}$.

На рисунке 1.3 двойным кружком обозначены исходы, приводящие к появлению некоторого события A . Как видно из графа, событие A есть объединение несовместных событий $\{21\}$, $\{24\}$, $\{31\}$ и $\{34\}$.

Отсюда, используя формулу определения вероятности для совокупности несовместных событий вида:

$$P\left\{\sum_{i=1}^n A_i\right\} = \sum_{i=1}^n P\{A_i\},$$

получим вероятность наступления интересующего нас события A :

$$\begin{aligned} P(A) &= P\{21\} + P\{24\} + P\{31\} + P\{34\} = \\ &= P_{11} \cdot P_{21} + P_{11} \cdot P_{22} \cdot P_{31} + P_{12} \cdot P_{24} + P_{12} \cdot P_{25} \cdot P_{34}. \end{aligned}$$

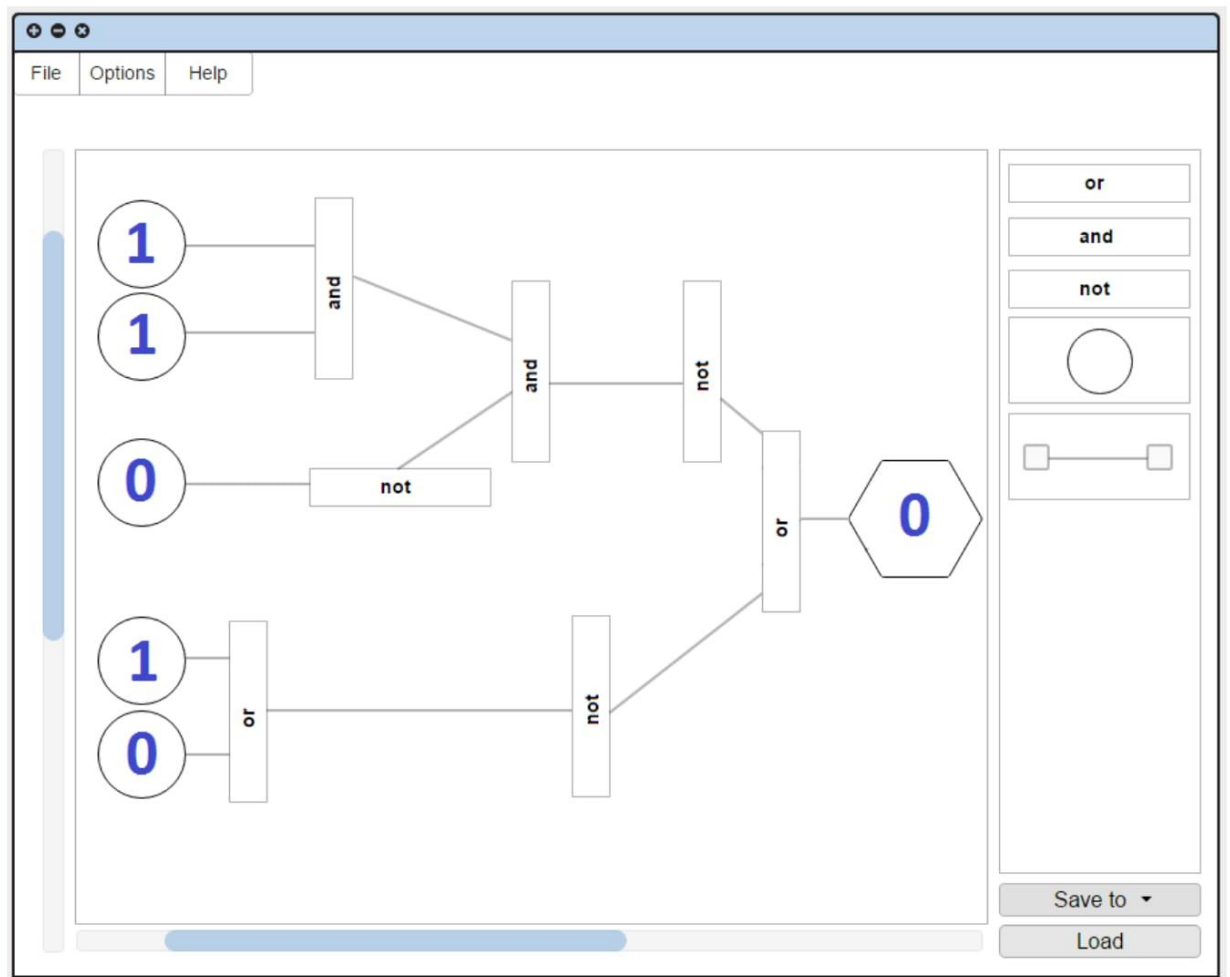
1.3 Модификация ПАТТЕРН-Л

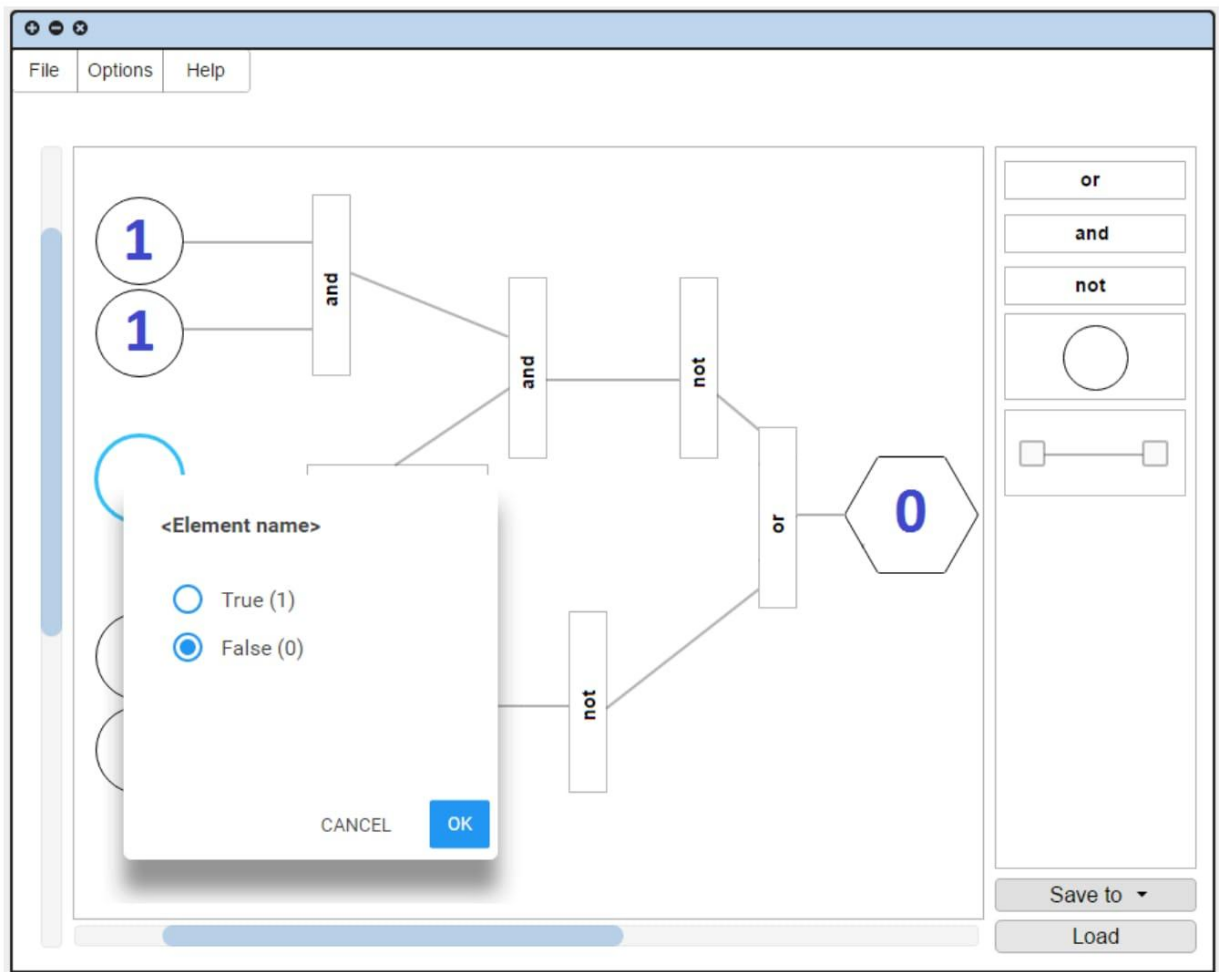
Для реализации информационной системы анализа выполнимости планов спроектируем модификацию метода ПАТТЕРН использующую для обозначения вероятностей отдельных событий логические значения true(1) и false(0) – ПАТТЕРН-Л (логический). В данной модификации входные события формулируются таким образом, чтобы вероятность данного события могла иметь только два варианта – 0 или 100%. Также вероятность наступления определенного интересующего нас события А будет равна 0% или 100%. Таким образом, вычисление для главного события будет представлять собой логическое выражение из единиц, нулей и логических операций И-ИЛИ-НЕ. В приложении 1 изображен пример дерева целей для данной модификации ПАТТЕРН-Л.

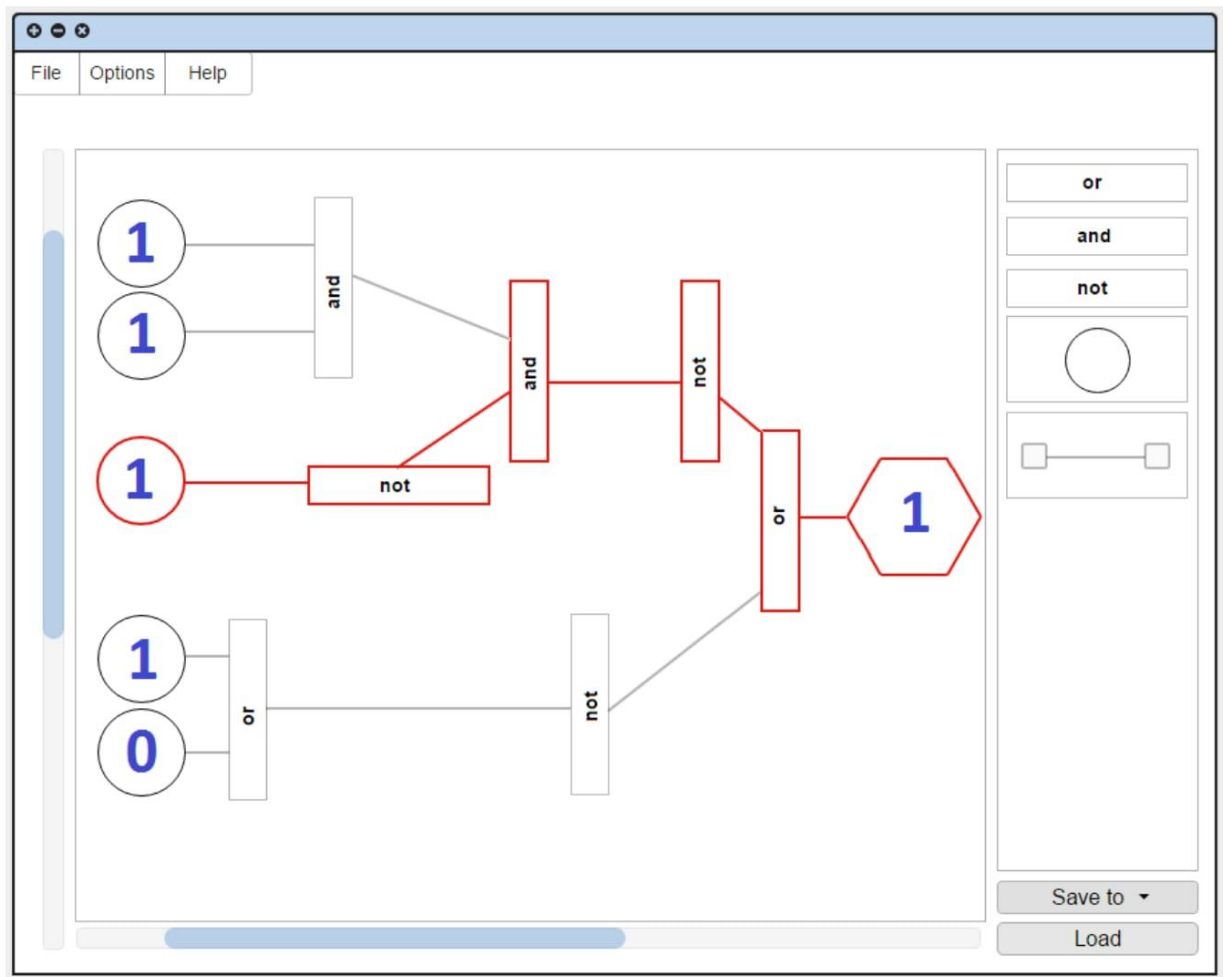
2 Практическая часть

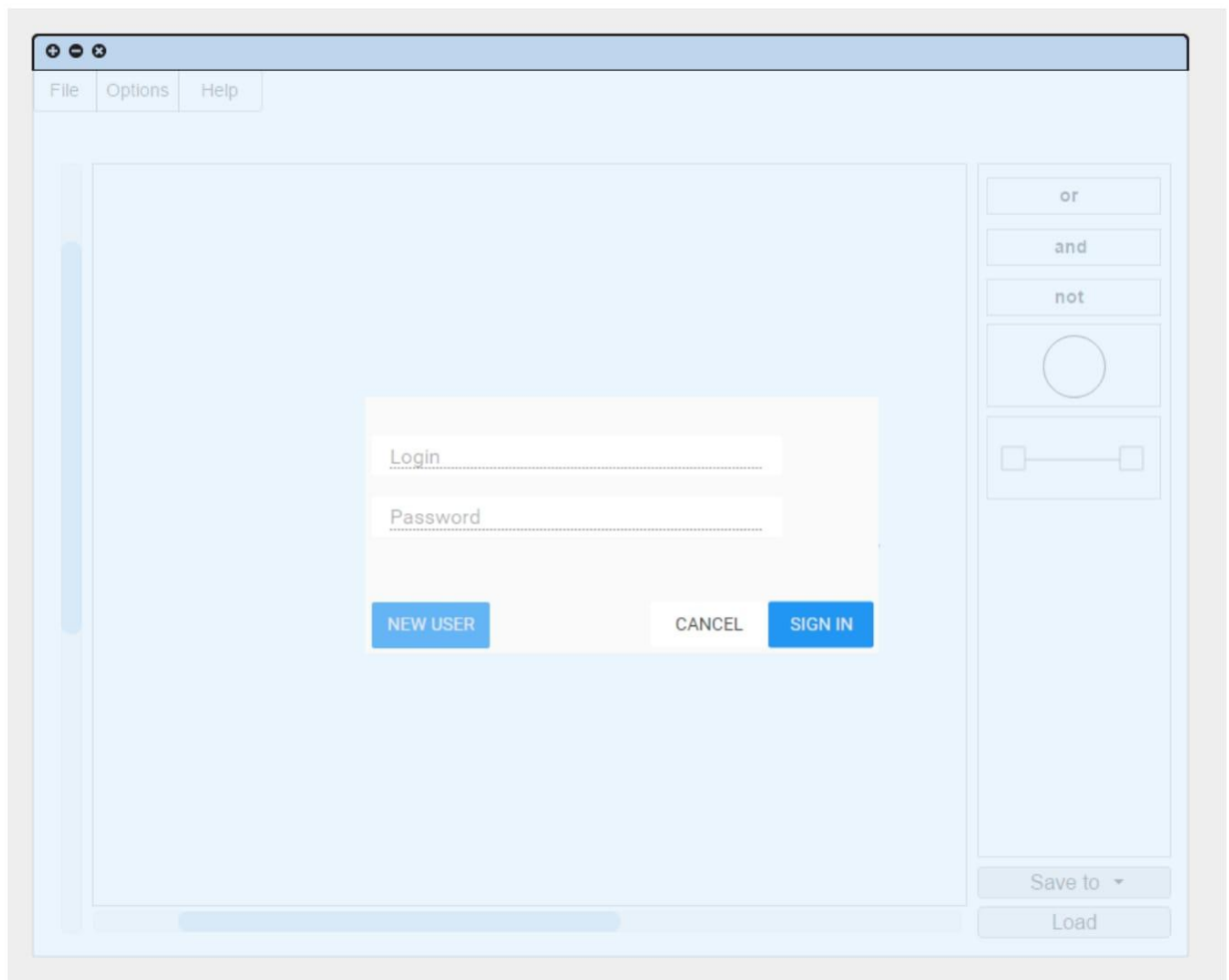
2.1 Функционал и интерфейс информационной системы

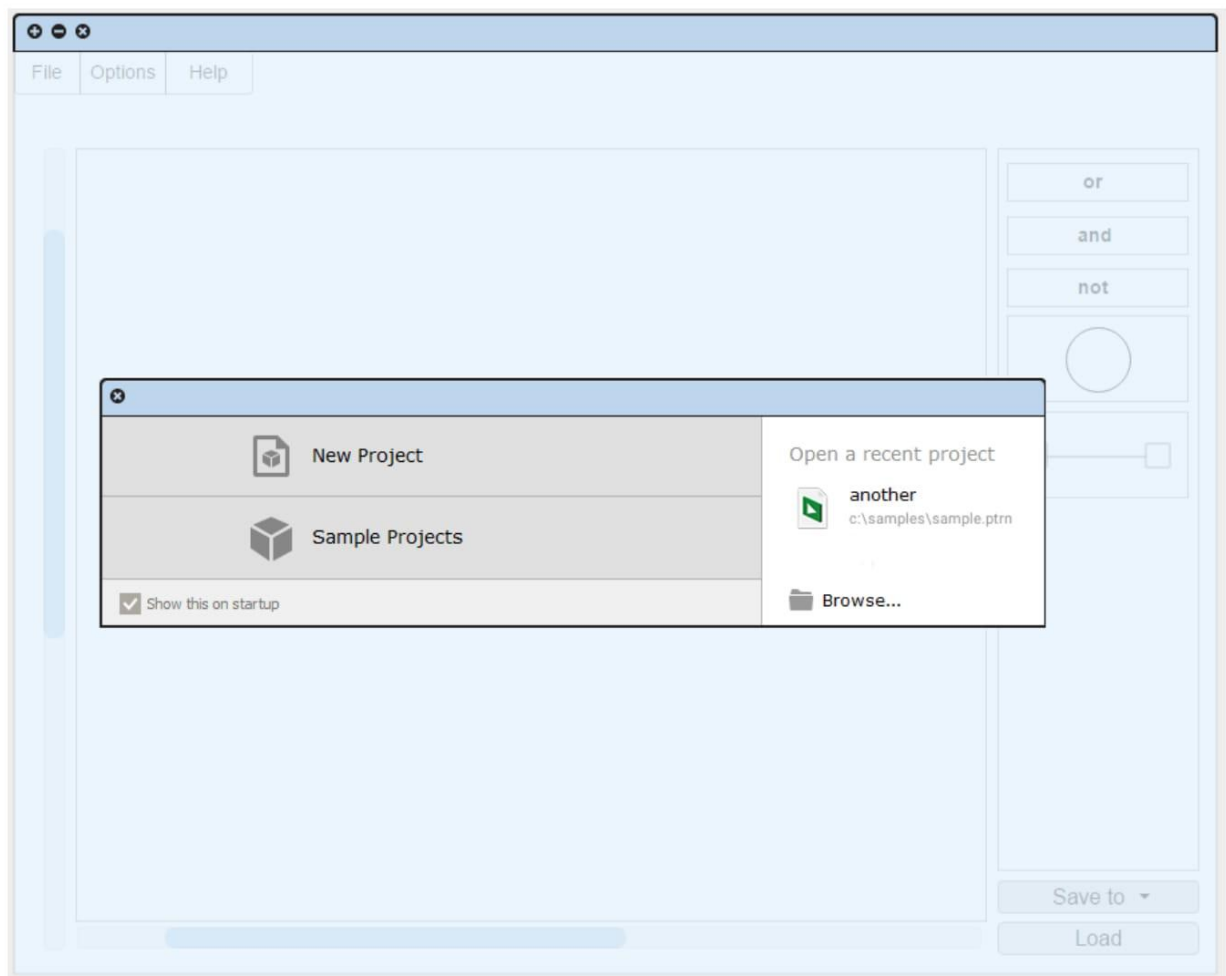
- ▶ Авторизация пользователей
- ▶ Интуитивное графическое построение дерева целей
- ▶ Real-time отображение изменений вероятностей в дереве целей
- ▶ Сохранение и возможность загрузки проектов
- ▶ Составление отчета
- ▶ Дополнительные возможности











ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Были рассмотрены теоретическая основа метода ПАТТЕРН и представление дерева целей, описана модификация метода для реализации информационной системы. Представлены основные положения, функционал и интерфейс проектируемой информационной системы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бойченко В. С. Методы программно-целевого планирования научных исследований и разработок / В. С. Бойченко, О. И. Ларичев, Е. М. Мошкович // Автоматика и телемеханика. – 1977. – № 11. – С. 95–105
2. Катасонов Ю.В США: Военное программирование. – М.: Наука, 1972. – 226с
3. Коваленко И.И., Швед А.В. Методы экспертного оценивания сценариев: учебное пособие. - Николаев: ЧГУ, 2012. - 154 с.
4. Райзберг Б.А., Лобко А.Г. Программно-целевое планирование и управление: Учебное пособие. – Москва: ИНФРА –2002.
5. Басовский Л.Е., Прогнозирование и планирование в условиях рынка. – М.: ИНФРА-М, 2006г, 259 с.
6. Лопухин М.М Паттерн – метод планирования и прогнозирования научных работ. – М.: Советское радио, 1971. – 160с
7. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. -М.: Статистика, 1980. - 263 с.
8. Герасенко В.П. Прогностические методы управления рыночной экономикой. Ч.1. Гомель, 1997. - 320с.
9. Кандаурова Г.А, Борисевич В.И. Прогнозирование и планирование экономики –М.: Современная школа, 2005г. - 480с.
10. Мищенко В.В. Государственное регулирование экономики. Учеб. пособие. – М.: ИНФРА-М, 2002. – 480 с.


28.11.2016

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Пример дерева целей ПАТТЕРН-Л

