

Применение модуля деревьев решений программы QM for Windows в задаче по выбору оптимальной экономической стратегии компании при создании предприятия

Сафиуллин Павел Алексеевич

Приамурский государственный университет им.Шолом–Алейхема

Студент

Научный руководитель:

Баженов Руслан Иванович

Приамурский государственный университет им.Шолом–Алейхема

к.п.н., доцент, зав.кафедрой информационных систем, математики и правовой информатики

Аннотация

В работе рассматривается применение модуля деревьев решений в программном продукте QM for Windows. В частности применение Decision Trees(Graphical) модуля Decision Analysis. Исследование проводилось на задаче по выбору оптимальной экономической стратегии компании при создании предприятия. Задача была решена аналитически и программно. Результаты решений были сравнены и сделан вывод о сходстве этих решений.

Ключевые слова: QM for Windows, Деревья Решений, модуль Decision Analysis, принятие решений.

Application of the QM for Windows decision tree module in the task of choosing the optimal economic strategy for a company when creating an enterprise

Safiullin Pavel Alekseevich

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Student

Scientific adviser:

Bazhenov Ruslan Ivanovich

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Candidate of pedagogical sciences, associate professor, Head of the Department of Information Systems, Mathematics and Legal Informatics

Abstract

The paper discusses the use of the decision tree module in the QM for Windows software product. In particular, the use of Decision Trees (Graphical) of the Decision Analysis module. The study was conducted on the task of choosing the

optimal economic strategy of the company when creating the enterprise. The problem was solved analytically and programmatically. The results of the decisions were compared and a conclusion was drawn on the similarity of these decisions.

Keywords: QM for Windows, Decision Trees, Decision Analysis Module.

Сегодня информационные технологии все больше входят в наш быт. Они позволяют упрощать или же полностью решать различные вопросы за довольно короткий срок. Одним из довольно удобных инструментов можно считать деревья принятия решений, позволяющих облегчить выбор того или иного решения. Данная технология может активно использоваться в экономике (для определения размеров выигрыша, который получит компания, в зависимости от состояния рынка), в медицинской сфере (для первичной диагностики пациента и установления возможного диагноза), в сфере промышленности (для оценки и выявления различных дефектов), в сфере маркетинга (для анализа продаваемости товара, в зависимости от каких-либо сезонных показателей) и в других различных сферах.

Данная тема довольно часто рассматривается в различных статьях. В частности Н. И. Ломакин, В.С. Телятникова в своих исследованиях рассматривают использование «деревя решений» в рамках интеллектуальных систем управления в бизнесе[1]. О.В. Подчищаева, Н.Н. Никулина в своей статье рассматривают применение данного метода для решения двух графических задач на определение оптимальной стратегии фирмы в условиях неопределенности и риска[2]. А.А. Мифтахова в своем исследовании рассматривает и описывает метод деревьев решений для решения задачи, классификации стандартного набора данных Ирисов Фишера[3]. И.Л. Кафтаников, А.В. Парасич Используют данный метод для решения задач классификации текстов, жестов, объектов, обнаружения спама, обучение ранжированию в информационном поиске, семантическая сегментация и кластеризация данных[4]. Т.В. Дормидонтова, Л.Х. Гареева, Н.Г. Солкарян в своих исследованиях использовали метод «деревя решений» для решения проблем при выборе дорожно-строительных программ[5]. В.А. Котякова, А.А. Лекарева использовали дерево решений для выделения мероприятий по уменьшению рисков и масштабов техногенных катастроф на объектах с техногенной сейсмичностью[6]. У.С. Журавлёва, Р.И. Баженов в своих исследованиях изучили применение программного комплекса QM for Windows для решения экономических задач теории игр[7]. В статье Y. Mu, X. Liu деревья решений применяются для изучения и извлечения правил классификации из данных путем их параллельных вычислений[8]. X. Meng, P. Zhang в своей работе используют данный метод для оценке стабильности напряжения в электрической цепи, путем построения дерева решений[9]. В исследованиях Н. Н. Yong, K. Chandan дерево решений применяется для определения характеристик подгрупп курильщиков с высокой и низкой вероятностью прекращения курения, на основе совокупного воздействия нескольких переменных и определения любых изменений по социально-экономическим показателям [10]. R. F. de Mello и др.в своей статье

разрабатывают метод для расчета коэффициента рассеяния моделей деревьев решений с использованием рекуррентных уравнений [11]. Исследование М. Namazkhan и др. направлены на разработку модели дерева решений, для понимания фактического потребления газа в жилых зданиях [12].

Дерево принятия решений является средством поддержки принятия решений при составлении прогнозов, и часто используются в статистике, анализе данных, а также в машинном обучении. Примером программы для построения таких деревьев можно считать QM for Windows. Данный программный продукт имеет стандартизированный интерфейс Windows, что позволяет удобно работать в области операционного менеджмента, количественных подсчетов и управленческих наук.

Данная программа хорошо подходит для проведения вычислений и анализа задач, связанных с выбором экономической стратегии, например: Руководство некоторой компании решает, создавать ли для выпуска новой продукции крупное производство, малое предприятие или продать патент другой фирме. Размер выигрыша, который компания может получить, зависит от благоприятного или неблагоприятного состояния рынка (Табл.1).

Таблица 1 – Размеры выигрыша при различных состояниях экономики

Номер стратегии	Действия компании	Выигрыш, дол., при состоянии экономической среды*	
		благоприятном	неблагоприятном
1	Строительство крупного предприятия(a_1)	200 000	-180 000
2	Строительство малого предприятия(a_2)	100 000	-20 000
3	Продажа патента(a_3)	10 000	-10 000

Вероятность благоприятного и неблагоприятного состояния экономической среды составляет 0,5.

На основе данной таблицы выигрышей (потерь) можно построить дерево решений (Рис.1).

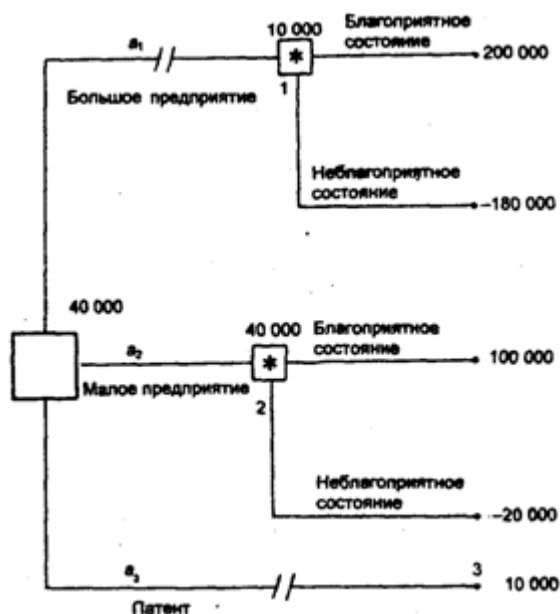


Рис.1 – Дерево решений без дополнительного обследования конъюнктуры рынка

Процедура принятия решения заключается в вычислении для каждой вершины дерева (при движении справа налево) ожидаемых денежных оценок, отбрасывании неперспективных ветвей и выборе ветвей, которым соответствует максимальное значение ожидаемой денежной оценки (ОДО).

Определим средний ожидаемый выигрыш (ОДО):

- для вершины 1 $ОДО_1 = 0,5 \cdot 200\,000 + 0,5 \cdot (-180\,000) = 10\,000$ дол.;
- для вершины 2 $ОДО_2 = 0,5 \cdot 100\,000 + 0,5 \cdot (-20\,000) = 40\,000$ дол.;
- для вершины 3 $ОДО_3 = 10\,000$ дол.

Вывод. Наиболее выгодно будет выбрать стратегию a_2 , т.е. строить малое предприятие, а стратегии a_1 и a_3 дерева решений мы можем отбросить. Ожидаемая выгода наилучшего решения равна 40 000 дол. Следует отметить, что наличие состояния с вероятностями 50 % неудачи и 50 % удачи на практике часто означает, что истинные вероятности игроку скорее всего неизвестны и он всего лишь принимает такую гипотезу (так называемое предположение «fifty - fifty» – пятьдесят на пятьдесят).

Усложним рассмотренную выше задачу.

Пусть перед тем, как принимать решение о строительстве, руководство компании должно определить, заказывать ли дополнительное исследование состояния рынка или нет, причем предоставляемая услуга обойдется компании в 10 000 дол. Руководство понимает, что дополнительное исследование попрежнему не способно дать точной информации, но оно поможет уточнить ожидаемые оценки конъюнктуры рынка, изменив тем самым значения вероятностей.

Относительно фирмы, которой можно заказать прогноз, мы знаем, что она способна уточнить значения вероятностей благоприятного или неблагоприятного исхода. Возможности фирмы в виде условных вероятностей благоприятности и не благоприятности рынка сбыта

представлены в Табл.2. Например, когда фирма утверждает, что рынок благоприятный, то с вероятностью 0,78 этот прогноз оправдывается (соответственно с вероятностью 0,22 могут возникнуть неблагоприятные условия), прогноз о не благоприятности рынка оправдывается с вероятностью 0,73.

Табл.2 – возможности фирмы в виде условных вероятностей благоприятности и неблагоприятности рынка

Прогноз фирмы	Фактически	
	Благоприятный	Неблагоприятный
Благоприятный	0,78	0,22
Неблагоприятный	0,27	0,73

Предположим, что фирма, которой заказали прогноз состояния рынка, утверждает:

- ситуация будет благоприятной с вероятностью 0,45;
- ситуация будет неблагоприятной с вероятностью 0,55.

На основании этих сведений мы можем построить новое дерево решений (Рис.2.), где развитие событий происходит от корня дерева к исходам, а расчет прибыли выполняется от конечных состояний к начальным.

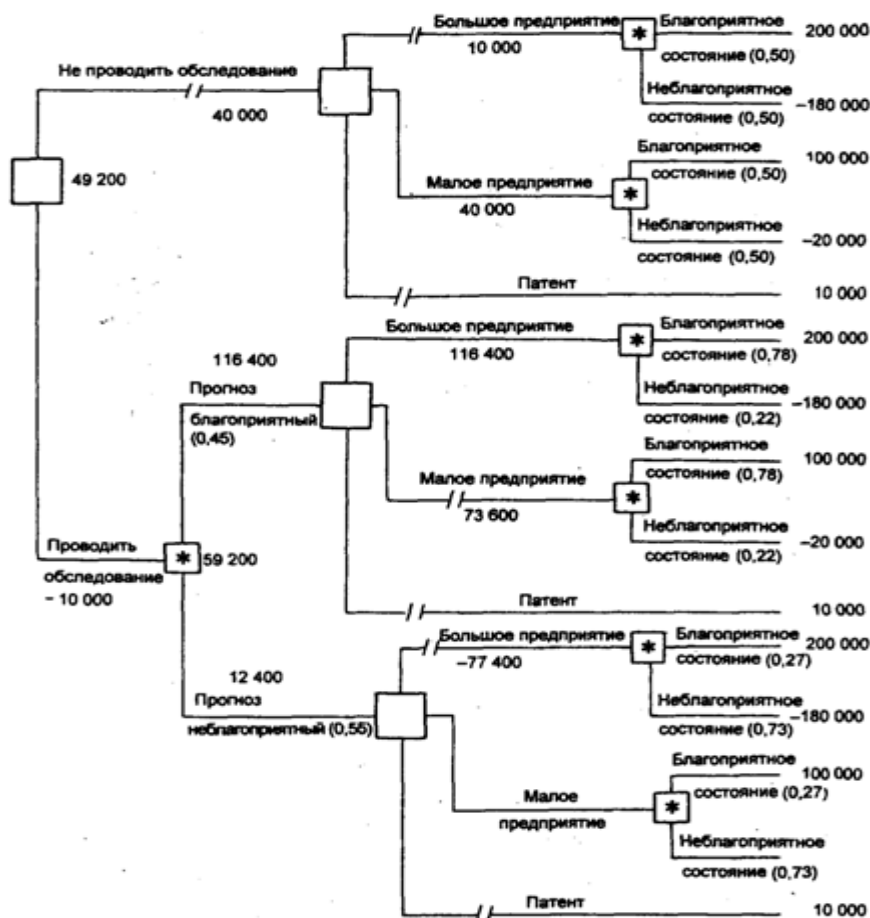


Рис.2 – Дерево решений при дополнительном обследовании рынка

Анализируя дерево решений, можно сделать следующие выводы:

- необходимо проводить дополнительное исследование конъюнктуры рынка, поскольку это позволяет существенно уточнить принимаемое решение;
- если фирма прогнозирует благоприятную ситуацию на рынке, то целесообразно строить большое предприятие (ожидаемая максимальная прибыль 116 400 дол.), если прогноз неблагоприятный – малое (ожидаемая максимальная прибыль 12 400 дол.) [13].

Чтобы удостовериться в правильности нашего решения, воспользуемся программой QM for Windows через функцию построения Деревья решений (Графически) – Decision Trees(Graphical). Для этого нам необходимо активировать модуль Decision Analysis, во вкладке Module(Рис.3).

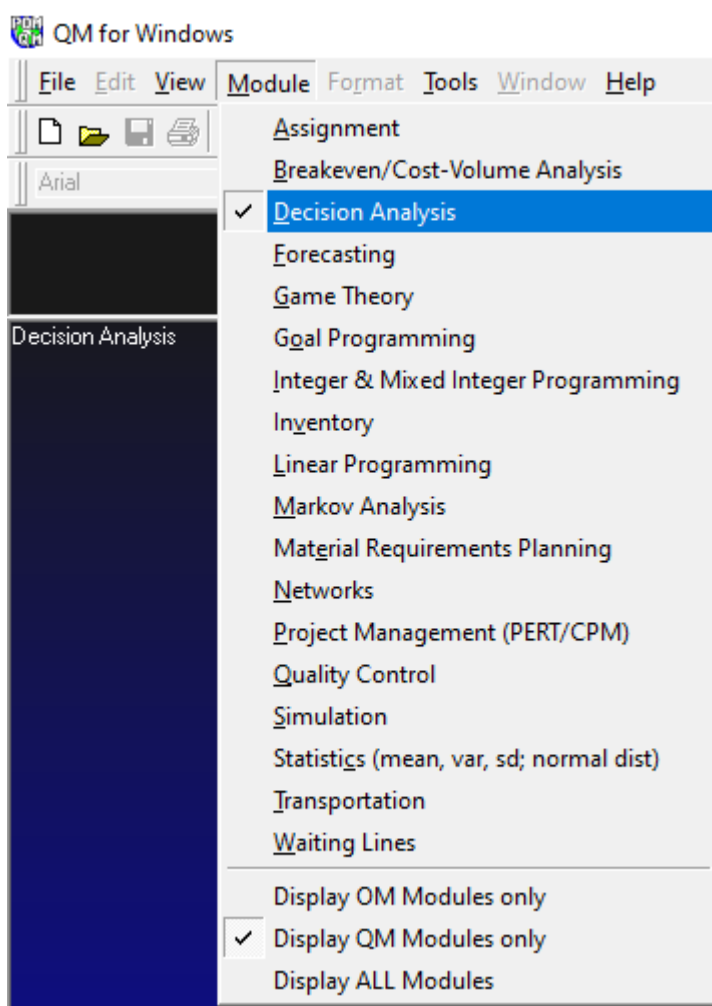


Рис.3 – Вкладка Module

После чего создаем само дерево решений графическим способом, File – New – Decision Trees (Graphical) – Рис.4.

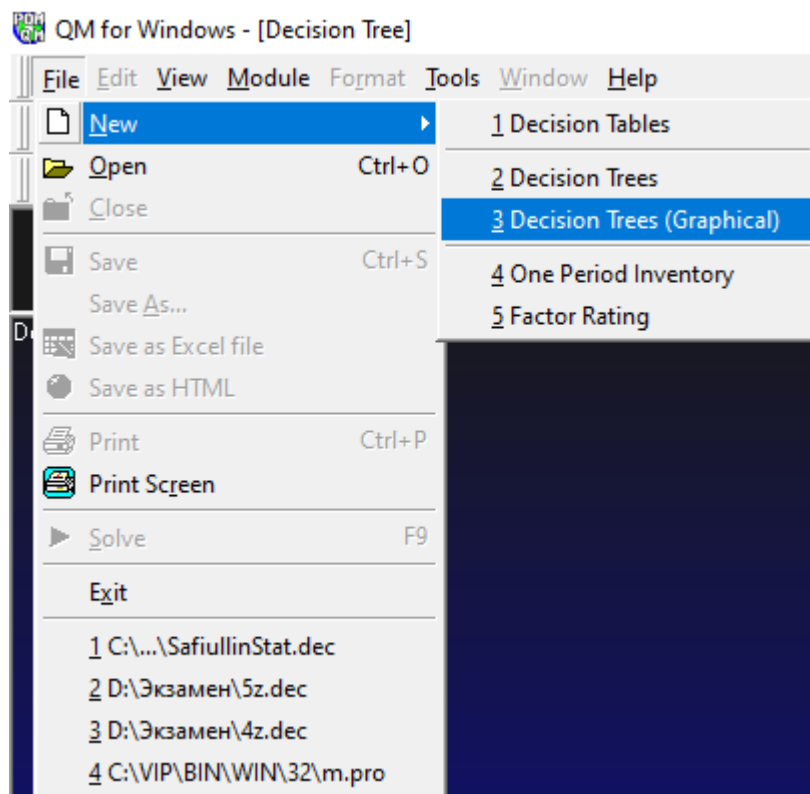


Рис.4 – Создание дерева решений (Графически)

После чего создадим ветви этого дерева и отредактируем их, при помощи панели управления ветвями, которая находится справа от основного рабочего поля (Рис.5). Где Selected node отвечает за выбор вершины, Add n branches за добавление ветвей, где n – количество ветвей. Change to event node за смену типа вершин, Copy subtree за копирование дерева.

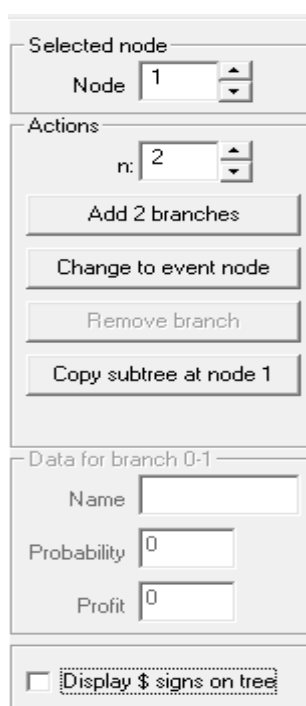
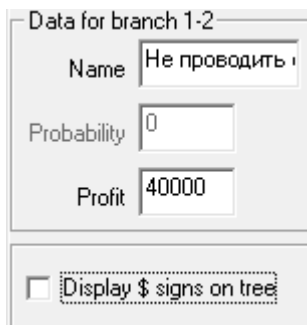


Рис.5 – Панель управления ветвями

После добавления ветвей будем редактировать их параметры, в панели Data for branch, где Name – название ветви, Probability – вероятность, Profit – прибыль, Display \$ signs on tree отвечает за отображение знака \$ перед значением прибыли.

Для ветви 1-2 будут заданы следующие параметры (Рис.6):

- Name: Не проводить обследование
- Probability: 0
- Profit: 40 000

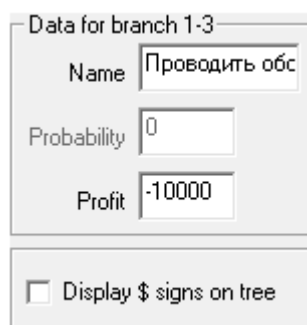


The image shows a dialog box titled "Data for branch 1-2". It contains three input fields: "Name" with the text "Не проводить", "Probability" with the value "0", and "Profit" with the value "40000". Below these fields is a checkbox labeled "Display \$ signs on tree", which is currently unchecked.

Рис.6 – Настройка параметров ветви 1-2

Для ветви 1-3 будут заданы следующие параметры (Рис.7):

- Name: Проводить обследование
- Probability: 0
- Profit: -10 000

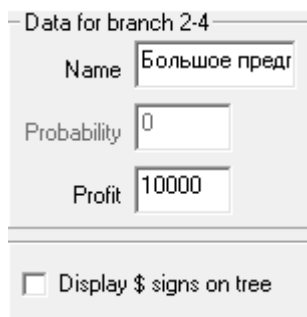


The image shows a dialog box titled "Data for branch 1-3". It contains three input fields: "Name" with the text "Проводить обс", "Probability" with the value "0", and "Profit" with the value "-10000". Below these fields is a checkbox labeled "Display \$ signs on tree", which is currently unchecked.

Рис.7 – Настройка параметров ветви 1-3

Для ветви 2-4 будут заданы следующие параметры (Рис.8):

- Name: Большое предприятие
- Probability: 0
- Profit: 10 000



The image shows a dialog box titled "Data for branch 2-4". It contains three input fields: "Name" with the text "Большое предг", "Probability" with the value "0", and "Profit" with the value "10000". Below these fields is a checkbox labeled "Display \$ signs on tree", which is currently unchecked.

Рис.8 – Настройка параметров ветви 2-4

Для ветви 2-5 будут заданы следующие параметры (Рис.9):

- Name: Малое предприятие
- Probability: 0
- Profit: 40 000



Data for branch 2-5	
Name	Малое предпр...
Probability	0
Profit	40000
<input type="checkbox"/> Display \$ signs on tree	

Рис.9 – Настройка параметров ветви 2-5

Для ветви 2-6 будут заданы следующие параметры (Рис.10):

- Name: Патент
- Probability: 0
- Profit: 10 000

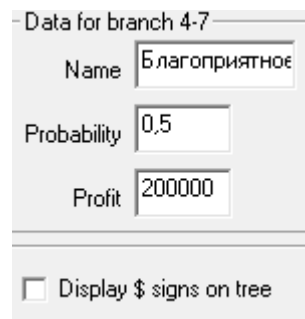


Data for branch 2-6	
Name	Патент
Probability	0
Profit	10000
<input type="checkbox"/> Display \$ signs on tree	

Рис.10 – Настройка параметров ветви 2-6

Для ветви 4-7 будут заданы следующие параметры (Рис.11):

- Name: Благоприятное состояние
- Probability: 0,5
- Profit: 200 000



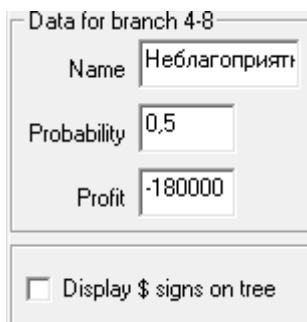
Data for branch 4-7	
Name	Благоприятное
Probability	0,5
Profit	200000
<input type="checkbox"/> Display \$ signs on tree	

Рис.11 – Настройка параметров ветви 4-7

Для ветви 4-8 будут заданы следующие параметры (Рис.12):

- Name: Неблагоприятное состояние
- Probability: 0,5

- Profit: -180 000



Data for branch 4-8

Name

Probability

Profit

Display \$ signs on tree

Рис.12 – Настройка параметров ветви 4-8

Для ветви 5-9 будут заданы следующие параметры (Рис.13):

- Name: Благоприятное состояние
- Probability: 0,5
- Profit: 100 000



Data for branch 5-9

Name

Probability

Profit

Display \$ signs on tree

Рис.13 – Настройка параметров ветви 5-9

Для ветви 5-10 будут заданы следующие параметры (Рис.14):

- Name: Неблагоприятное состояние
- Probability: 0,5
- Profit: -20 000



Data for branch 5-10

Name

Probability

Profit

Display \$ signs on tree

Рис.14 – Настройка параметров ветви 5-10

Для ветви 3-11 будут заданы следующие параметры (Рис.15):

- Name: Прогноз благоприятный
- Probability: 0,45
- Profit: 116 400



Data for branch 3-11

Name Прогноз благо

Probability 0,45

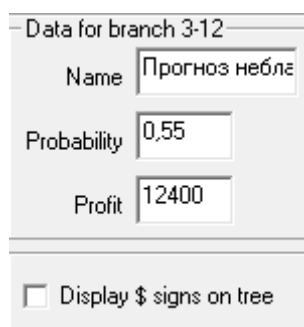
Profit 116400

Display \$ signs on tree

Рис.15 – Настройка параметров ветви 3-11

Для ветви 3-12 будут заданы следующие параметры (Рис.16):

- Name: Прогноз неблагоприятный
- Probability: 0,55
- Profit: 12 400



Data for branch 3-12

Name Прогноз неблагоприятный

Probability 0,55

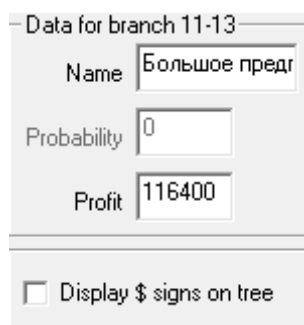
Profit 12400

Display \$ signs on tree

Рис.16 – Настройка параметров ветви 3-12

Для ветви 11-13 будут заданы следующие параметры (Рис.17):

- Name: Большое предприятие
- Probability: 0
- Profit: 116 400



Data for branch 11-13

Name Большое предприятие

Probability 0

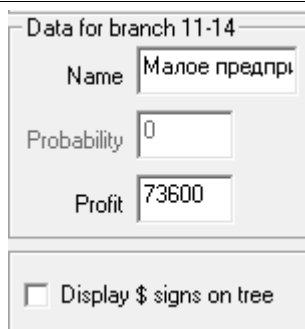
Profit 116400

Display \$ signs on tree

Рис.17 – Настройка параметров ветви 11-13

Для ветви 11-14 будут заданы следующие параметры (Рис.18):

- Name: Малое предприятие
- Probability: 0
- Profit: 73 600



- Data for branch 11-14

Name Малое предпр

Probability 0

Profit 73600

Display \$ signs on tree

Рис.18 – Настройка параметров ветви 11-14

Для ветви 11-15 будут заданы следующие параметры (Рис.19):

- Name: Патент
- Probability: 0
- Profit: 10 000



- Data for branch 11-15

Name Патент

Probability 0

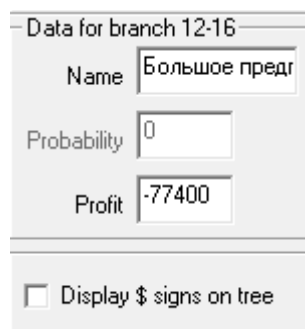
Profit 10000

Display \$ signs on tree

Рис.19 – Настройка параметров ветви 11-15

Для ветви 12-16 будут заданы следующие параметры (Рис.20):

- Name: Большое предприятие
- Probability: 0
- Profit: -77 400



- Data for branch 12-16

Name Большое предпр

Probability 0

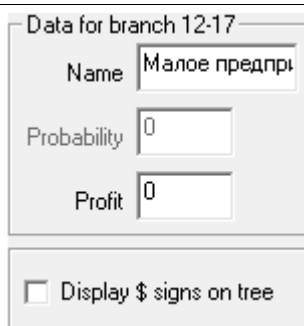
Profit -77400

Display \$ signs on tree

Рис.20 – Настройка параметров ветви 12-16

Для ветви 12-17 будут заданы следующие параметры (Рис.21):

- Name: Малое предприятие
- Probability: 0
- Profit: -77 400



Data for branch 12-17

Name Малое предпр.

Probability 0

Profit 0

Display \$ signs on tree

Рис.21 – Настройка параметров ветви 12-17

Для ветви 12-18 будут заданы следующие параметры (Рис.22):

- Name: Патент
- Probability: 0
- Profit: 10 000



Data for branch 12-18

Name Патент

Probability 0

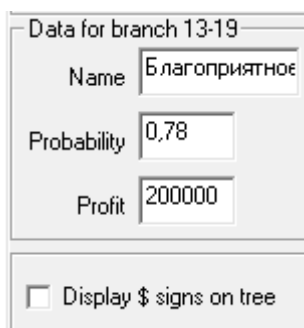
Profit 10000

Display \$ signs on tree

Рис.22 – Настройка параметров ветви 12-18

Для ветви 13-19 будут заданы следующие параметры (Рис.23):

- Name: Благоприятное состояние
- Probability: 0,78
- Profit: 200 000



Data for branch 13-19

Name Благоприятное

Probability 0,78

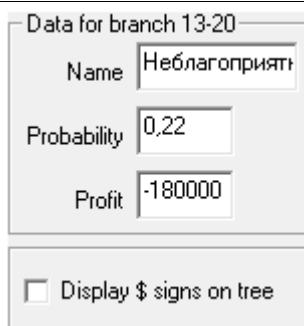
Profit 200000

Display \$ signs on tree

Рис.23 – Настройка параметров ветви 13-19

Для ветви 13-20 будут заданы следующие параметры (Рис.24):

- Name: Неблагоприятное состояние
- Probability: 0,22
- Profit: -180 000



Data for branch 13-20

Name

Probability

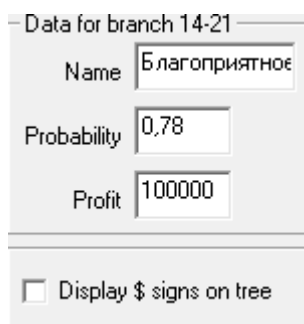
Profit

Display \$ signs on tree

Рис.24 – Настройка параметров ветви 13-20

Для ветви 14-21 будут заданы следующие параметры (Рис.25):

- Name: Благоприятное состояние
- Probability: 0,78
- Profit: 100 000



Data for branch 14-21

Name

Probability

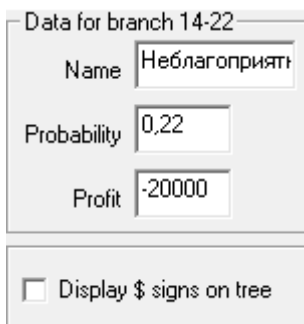
Profit

Display \$ signs on tree

Рис.25 – Настройка параметров ветви 14-21

Для ветви 14-22 будут заданы следующие параметры (Рис.26):

- Name: Неблагоприятное состояние
- Probability: 0,22
- Profit: -20 000



Data for branch 14-22

Name

Probability

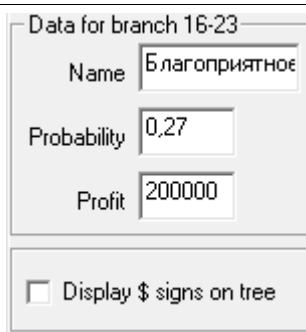
Profit

Display \$ signs on tree

Рис.26 – Настройка параметров ветви 14-22

Для ветви 16-23 будут заданы следующие параметры (Рис.27):

- Name: Благоприятное состояние
- Probability: 0,27
- Profit: 200 000



Data for branch 16-23

Name:

Probability:

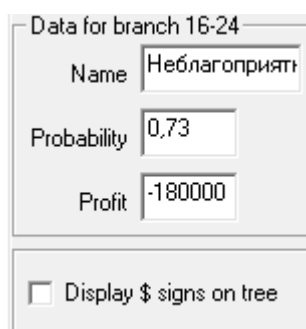
Profit:

Display \$ signs on tree

Рис.27 – Настройка параметров ветви 16-23

Для ветви 16-24 будут заданы следующие параметры (Рис.28):

- Name: Неблагоприятное состояние
- Probability: 0,73
- Profit: -180 000



Data for branch 16-24

Name:

Probability:

Profit:

Display \$ signs on tree

Рис.28 – Настройка параметров ветви 16-24

Для ветви 17-25 будут заданы следующие параметры (Рис.29):

- Name: Благоприятное состояние
- Probability: 0,27
- Profit: 100 000



Data for branch 17-25

Name:

Probability:

Profit:

Display \$ signs on tree

Рис.29 – Настройка параметров ветви 17-25

Для ветви 17-26 будут заданы следующие параметры (Рис.30):

- Name: Неблагоприятное состояние
- Probability: 0,73
- Profit: -20 000

- Data for branch 17-26

Name

Probability

Profit

Display \$ signs on tree

Рис.30 – Настройка параметров ветви 17-26

Готовое дерево решений будет выглядеть следующим образом (Рис.31):

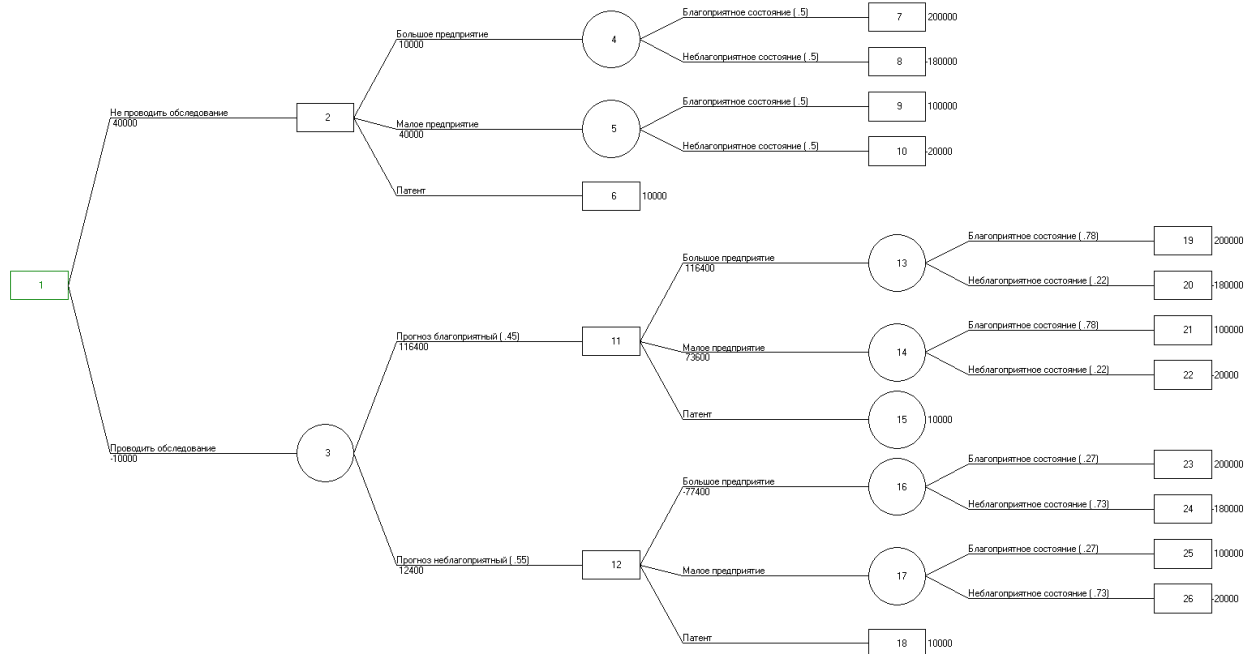


Рис.31 – Готовое дерево для решения в QM for Windows

Для выполнения решения данной задачи необходимо запустить поиск решения при помощи кнопки Solve (Рис.32).

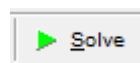


Рис.32 – Кнопка выполнения поиска решения

После выполнения поиска решений ветви с максимальной прибылью будут выделены, синим цветом (Рис.33).

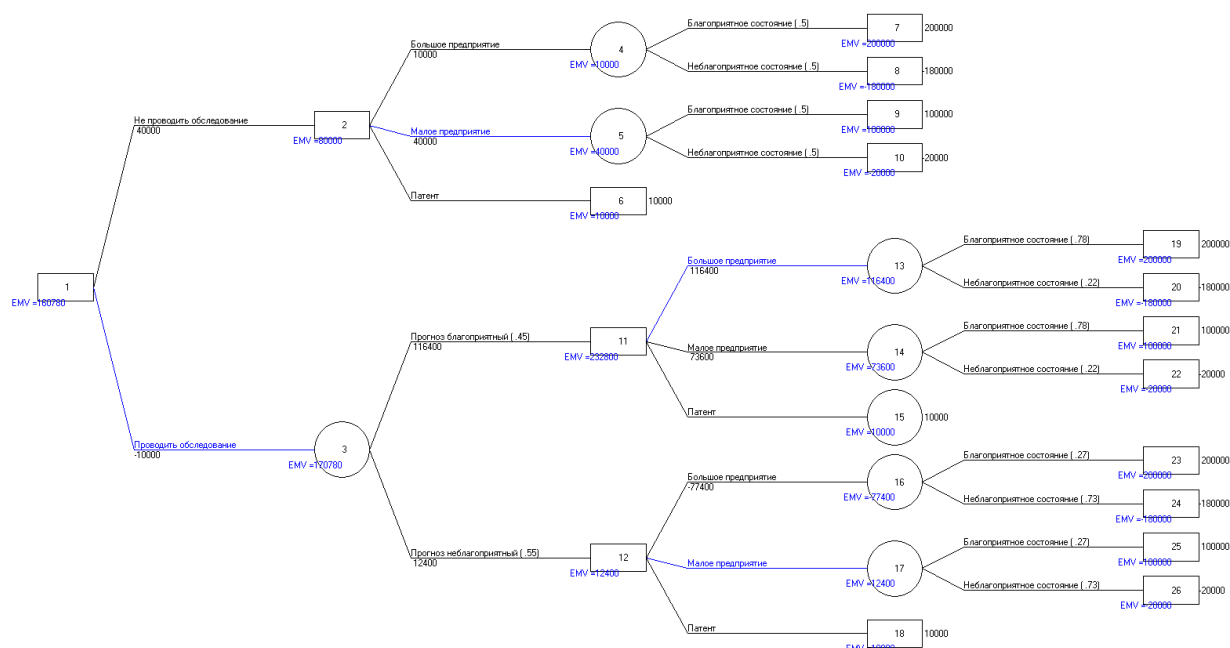


Рис.33 – Дерево с выполненным решением

Глядя на представленную схему можно сделать следующие выводы:

- необходимо проводить дополнительное исследование конъюнктуры рынка, поскольку это позволяет существенно уточнить принимаемое решение;

- если фирма прогнозирует благоприятную ситуацию на рынке, то целесообразно строить большое предприятие (ожидаемая максимальная прибыль 116 400 дол.), если прогноз неблагоприятный – малое (ожидаемая максимальная прибыль 12 400 дол.).

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что оба дерева принятия решений идентичны и программное решение полностью соответствует аналитическому.

Таким образом, в этой статье мы рассмотрели возможность применения программного продукта QM for Windows для построения и анализа экономической задачи с помощью дерева принятия решения.

Библиографический список

1. Ломакин Н. И., Телятникова В. С., Нестерова А. Использование нейронной сети «дерево решений» для поддержки принятия управленческих решений // Политика современных социально-экономических систем. 2016. С. 278-283.
2. Подчищаева О. В., Никулина Н. Н. Модель оптимизации принятия последовательных управленческих решений в условиях неопределенности при помощи «Дерева» решений // Вестник Московского университета МВД России. 2015. №. 10. С.315-318.
3. Мифтахова А. А. Применение метода дерева решений для решения задач классификации и прогнозирования // Инфокоммуникационные технологии.

2016. Т. 14. №. 1. С. 64.
4. Кафтанников И. Л., Парасич А. В. Особенности применения деревьев решений в задачах классификации // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. 2015. Т. 15. №. 3. С.26-32.
 5. Дормидонтова Т. В., Гареева Л. Х., Солкарян Н. Г. Применение метода «Дерева решений» и планированного эксперимента для выбора лучших вариантов при заданных критериях в транспортном строительстве //Вестник евразийской науки. 2015. Т. 7. №. 2 (27). С.17.
 6. Котякова В. А., Лекарева А. А. Применение метода «дерево решений» для оценки состояния технически сложных объектов в условиях техногенной сейсмичности //Современные информационные технологии. 2016. С. 23.
 7. Журавлёва У. С., Баженов Р. И. Исследование модуля теории игр в программе POM QM for Windows //Постулат. 2017. №6
 8. Mu Y., Liu X. A parallel fuzzy rule-base based decision tree in the framework of Map-Reduce //Pattern Recognition. 2020. С. 107326.
 9. Meng X., Zhang P. Construction of decision tree based on C4. 5 algorithm for online voltage stability assessment //International Journal of Electrical Power & Energy Systems. 2020. Т. 118. С. 105793.
 10. Yong H. H., Chandan K. Identifying smoker subgroups with high versus low smoking cessation attempt probability: A decision tree analysis approach //Addictive Behaviors. 2020. Т. 103. С. 106258.
 11. de Mello R. F., Manapragada C., Bifet A. Measuring the Shattering coefficient of Decision Tree models //Expert Systems with Applications. 2019. Т. 137. С. 443-452.
 12. Namazkhan M., Albers C., Steg L. A decision tree method for explaining household gas consumption: The role of building characteristics, socio-demographic variables, psychological factors and household behaviour //Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2020. Т. 119. С. 109-542.
 13. Дерево решений – пример задачи URL: <http://www.bibliotekar.ru/riskovye-situacii-2/14.htm> (дата обращения: 11.03.2020)