

**Реализация принятие решений при выборе компьютера с помощью
байесовских сетей доверия в системе Netica**

Ересь Артём Владимирович

*Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема
Студент*

Баженов Руслан Иванович

*Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема
к.п.н., доцент, зав. кафедрой информационных систем, математики и
методик обучения*

Аннотация

В работе рассматривается задача по выбору оптимального варианта выбора компьютера, соответствующего целям пользователя. Исследование производится в системе создания байесовских сетей доверия Netica. Описан алгоритм создания байесовской сети доверия.

Ключевые слова: Байесовские сети доверия, система Netica, оптимальный выбор.

**Realization decision-making at the choice of the computer by means of
Bayesian networks of trust in the Netica**

Yeres Artem Vladimirovich

*Sholom-Aleichem Priamursky State University
Student*

Bazhenov Ruslan Ivanovich

*Sholom-Aleichem Priamursky State University
Candidate of pedagogical sciences, associate professor, Head of the Department
of Information Systems, Mathematics and teaching methods*

Abstract

In work the task of the choice of an optimal variant of the choice of the computer answering the user's purpose is considered. The study is the creation of Bayesian networks Netica. Describes in detail the algorithm for generating the Bayesian belief networks.

Key words: Bayesian belief networks, system Netica, optimum choice.

В нашей жизни мы постоянно принимаем решения, и несомненно приходится оценивать вероятностный исход каждого события, чтобы поступать разумно в той или иной ситуации. Часто мы обладаем

недостаточно полной информацией, но несмотря на имеющиеся трудности, иногда все-таки поступаем верно.

В таких ситуациях на помощь приходит вычислительная модель под названием байесовские сети доверия, позволяющая существенно сократить время на принятие верного решения, избавить от ошибок в процессе рассуждений.

Эта модель позволяет задать связи между переменными и разделить вычисление их значений, чтобы остановить рассуждения на определенном вопросе, считая остальные события условно независимыми. Тем самым, используя данный подход мы избегаем построение огромных таблиц вероятностей и в целом уменьшаем объем подсчетов.

Областями для использования байесовских сетей считаются экспертные системы, которым работают вероятностями. Байесовские сети имеют применение в следующих областях:

- Медицина и здравоохранение;
- Космическая и военная;
- Компьютерные технологии и программное обеспечение;
- Изображение и видео.

В настоящее время байесовские сети имеют огромную популярность в сфере научно-исследовательской деятельности. Исследователь А.Л. Тулупьев в своей работе рассматривает преобразование ациклических байесовских сетей доверия в алгебраические байесовские сети. Преобразование осуществляется путем последовательного расчета тензоров совместной вероятности на основе тензоров условной вероятности, хранящихся в узлах байесовской сети доверия. Процесс завершается переходом от тензоров совместной вероятности к оценкам вероятности на идеалах конъюнктов [1]. В работе Е.Д. Бычкова, Б.К. Сагиновой, Н.Н. Нарутта рассматривается применение аппарата нечетких байесовских сетей доверия для оценки состояния качества телекоммуникационных услуг [2]. В статье А.В. Сироткин описал алгоритмы построения алгебраической байесовской сети, семантически эквивалентной многосвязной байесовской сети доверия [3]. Г.Г. Маклакова оценила качество услуг телекоммуникационной сети дистанционного обучения на основе байесовских сетей доверия [4]. Д.А. Яковлев и И.С. Синева изучили процесс детектирования веб-роботов, используя в работе байесовские сети [5]. В работе А.Н. Размахниной и Р.И. Баженова был реализован процесс принятия решений с помощью байесовских сетей доверия в системе Hugin [6]. А.Н. Терентьев, П.И. Бидюк и Л.А. Коршевич предложили новый, более простой и точный алгоритм вероятностного вывода в байесовских сетях на основе обучающих данных [7]. Так же в сегменте иноязычных научных исследований байесовские сети активно изучаются и применяются для решения задач. Н. Gan, Y. Zhang, Q. Song использовали байесовскую сеть доверия для положительного немеченого изучения с неопределенностью в решении [8]. Авторами T.D. Phan, J.C.R. Smart, S.J. Capon, W.L. Hadwen, O. Sahin был проведен систематический обзор в сфере управления водными ресурсами, используя

байесовские сети [9]. F. Zare, H.K. Zare, M.S. Fallahnezhad реализовали систему оценки проектов по разработке программного обеспечения на основе оптимальных Байесовских сетей [10]. Построили байесовскую сеть для исследования реакции хозяйственных мероприятий на промысел F.M. Underwood, G. Parkes, J. H. Swasey [11]. L. Mkrtchyan, L. Podofillini, V.N. Dang продемонстрировали методы построения таблиц условных вероятностей в байесовской сети доверия [12].

Целью данного исследования является реализация принятия решений при выборе компьютера с помощью байесовских сетей доверия в системе Netica.

Перед началом выполнения поставленной задачи рассмотрим программу Netica. Netica — достаточно удобная в работе программа для работы с графовыми вероятностными моделями. Она имеет интуитивно понятный интерфейс пользователя для ввода данных. Для выполнения многих операций достаточно воспользоваться несколькими щелчками мыши, что облегчает работу пользователя в системе. Netica является продуктом компании Norsys Software Corp. Программа имеет коммерческую и бесплатную версию. Для использования бесплатной версии, необходимо скачать приложение на официальном сайте <http://www.norsys.com/>, оставить диалоговое окно для ввода пароля пустым и нажать 'Limited Mode'. Бесплатная демо-версия является полнофункциональной, но ограничивает созданную модель по размеру.

Для реализации поставленной в данном исследовании цели рассмотрим задачу.

Покупатели, придя в магазин компьютерной техники "Техноград", увидели огромный ассортимент. На выбор были предложены различные модели, отличающиеся по объему оперативной и встроенной памяти, материалу корпуса, производителю, графическому процессору видеокарты, цене и соответственно типу компьютера (под типом подразумевается ноутбук и настольный компьютер). Целью задачи является определение вероятностей покупки того или иного компьютера для каждого покупателя, преследующего различные цели.

Рассмотрим интерфейс программы Netica:

На рисунке 1 указано расположение кнопок, выполняемые ими функции указаны в таблице.



Рис. 1. Панель программы Netica

Таблица 1. Функции кнопок Netica

№	Наименование	Функция
1	New Net	Создать новую сеть
2	Open	Открыть файл

3	Save	Сохранить
4	Save Case	Сохранить как ...
5	Get Case From File	Добавить таблицу данных
6	Undo	Предыдущее действие
7	Redo	Сделать вновь отмененное действие
8	Add Nature Node	Добавить узел
9	Add Decision Node	Добавить узел с таблицей вероятностей
10	Add Utility Node	Добавить вспомогательный узел
11	Add Link	Добавить связь
12	Compile	Компилировать сеть
13	Help Topics	Помощь

Для работы в программе Netica в самом начале необходима таблица входных данных. Её создание возможно в MS Excel. Важно учесть, что идентификатор переменной не может начинаться с цифры и содержать символы такие как: /, ,,.

Таблица заполняется данными для будущей модели системы. Для получения данных провели опрос среди 20 студентов университета (10 участников женского пола и 10 мужского), являющихся потенциальными покупателями магазина компьютерной техники "Техноград". Участникам опроса предлагается совершить выбор по всем предложенным характеристикам. В таблице столбцы первой строки будут служить названиями для узлов в программе, строки 2-21 каждого столбца являются вариантами вероятности выбора того или иного узла.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Gender	Price	Processor	RAM	Material	Manufacturer	Graphic processor	Goal	Hard disk	Type
2	Male	35000	AMD	4	Metal	Asus	Nvidia	Work	1000	Notebook
3	Female	25000	Intel	4	Metal	Asus	ATI	Work	500	Desktop computer
4	Male	45000	Intel	8	Plastic	Acer	Nvidia	Game	1000	Notebook
5	Female	30000	Intel	6	Plastic	Hp	ATI	Work	500	Desktop computer
6	Male	25000	AMD	16	Metal	Asus	Nvidia	Work	500	Notebook
7	Female	50000	Intel	4	Metal	Acer	Nvidia	Game	1000	Notebook
8	Male	40000	AMD	16	Plastic	MSI	Nvidia	Game	1000	Notebook
9	Female	50000	Intel	6	Metal	Acer	ATI	Game	1000	Desktop computer
10	Male	25000	AMD	8	Metal	Asus	ATI	Work	500	Notebook
11	Female	25000	Intel	8	Metal	Asus	ATI	Work	500	Desktop computer
12	Male	40000	AMD	6	Metal	Acer	Nvidia	Game	500	Desktop computer
13	Female	20000	AMD	8	Plastic	Asus	Nvidia	Work	500	Desktop computer
14	Male	30000	AMD	16	Plastic	MSI	Nvidia	Work	1000	Desktop computer
15	Female	40000	Intel	6	Plastic	Hp	ATI	Game	1000	Notebook
16	Male	35000	Intel	8	Metal	Acer	Nvidia	Game	1000	Desktop computer
17	Female	50000	Intel	4	Plastic	Hp	Nvidia	Game	1000	Notebook
18	Male	25000	AMD	16	Plastic	Acer	ATI	Work	500	Desktop computer
19	Female	20000	Intel	6	Metal	Hp	ATI	Work	1000	Notebook
20	Male	35000	AMD	8	Plastic	Asus	Nvidia	Work	1000	Notebook
21	Female	50000	Intel	4	Plastic	Acer	Nvidia	Game	1000	Desktop computer

Рис. 2. Результат опроса потенциальных покупателей

Заполнив таблицу результатами опроса, переходим непосредственно в программу Netica. Создаем новую сеть: File - New - Network

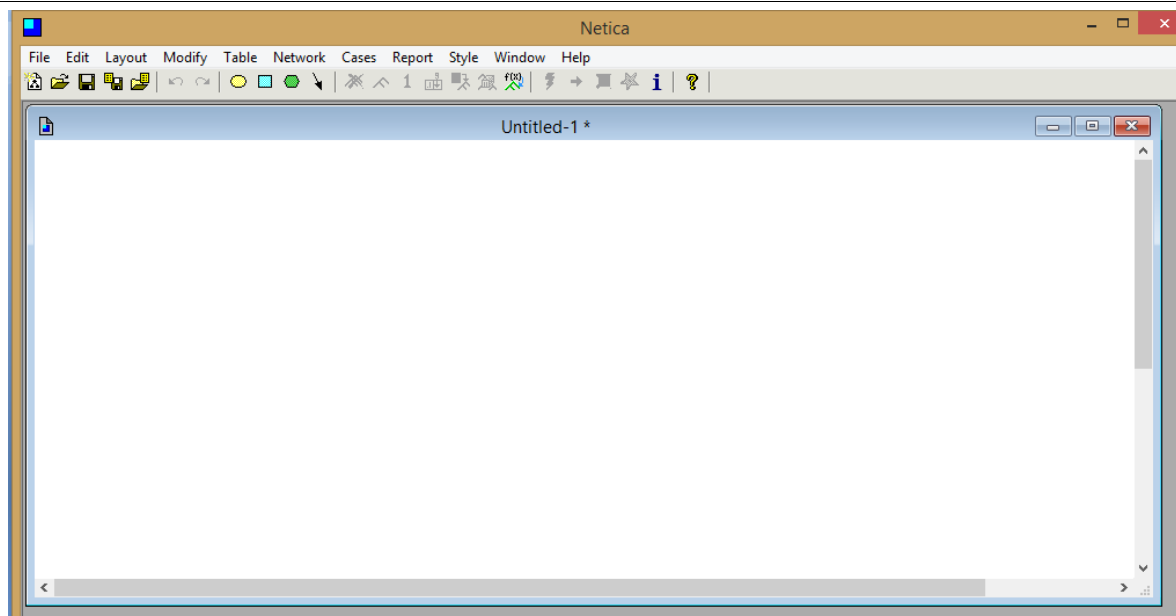


Рис. 3. Создание новой сети

Далее необходимо обучить сеть согласно данным, созданного нами ранее MS Excel. Для этого используем команду Cases - Learn - Add Case File Nodes, в появившемся окне находим наш файл MS Excel и нажимаем "Открыть". Результат данной операции показан на рис. 4.

Manufacturer	
Acer	25.0
Asus	25.0
Hp	25.0
MSI	25.0

Goal	
Game	50.0
Work	50.0

Hard disk	
500	50.0
1000	50.0

Price	
20000	14.3
25000	14.3
30000	14.3
35000	14.3
40000	14.3
45000	14.3
50000	14.3

Material	
Metal	50.0
Plastic	50.0

Graphic processor	
ATI	50.0
Nvidia	50.0

RAM	
4	25.0
6	25.0
8	25.0
16	25.0

Processor	
AMD	50.0
Intel	50.0

Type	
Desktop computer	50.0
Notebook	50.0

Gender	
Female	50.0
Male	50.0

Рис. 4. Результат обучения сети

После обучения сети необходимо задать связи полученным узлам сети. Для этого выбираем целевой узел (В нашей случае целевым узлом является Type), и щелчком левой кнопки мыши делаем его активным. Для получения связей обучаем сеть с помощью Tree Augmented Naive Bayes: используем

кнопки Cases - Learn - Learn TAN Structure, в появившемся окне выбираем, используемый ранее файл MS Excel и жмем "открыть". Результат видим на рис. 5.

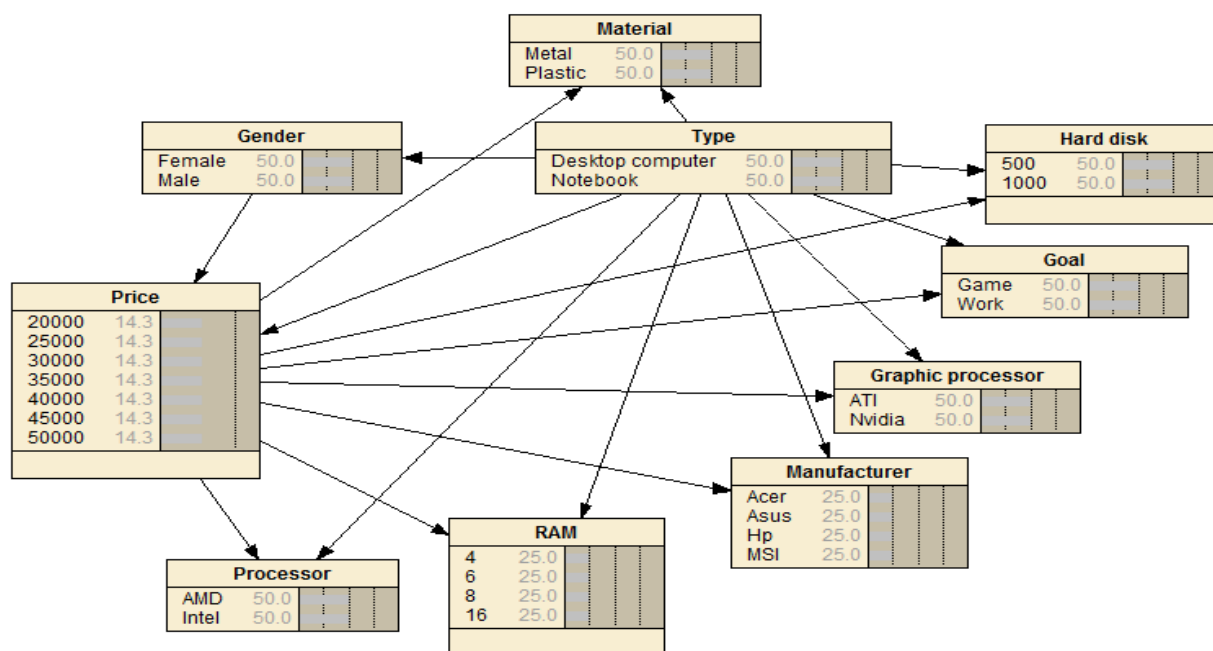


Рис. 5. Добавление связей между узлами с помощью Tree Augmented Naive Bayes

Глядя на построенные связи, можно заметить, что некоторые из них являются противоречивыми. К примеру gender (пол участника опроса) не может зависеть от цены компьютера (Price), так же как и материал корпуса (material), не может зависеть от пола потенциального покупателя (gender). Далее проверим все связи с точки зрения логических рассуждения и выбрав лишние, удалим стрелки с помощью клавиши "delete" на клавиатуре. Так же расставим узлы в более оптимальном порядке.

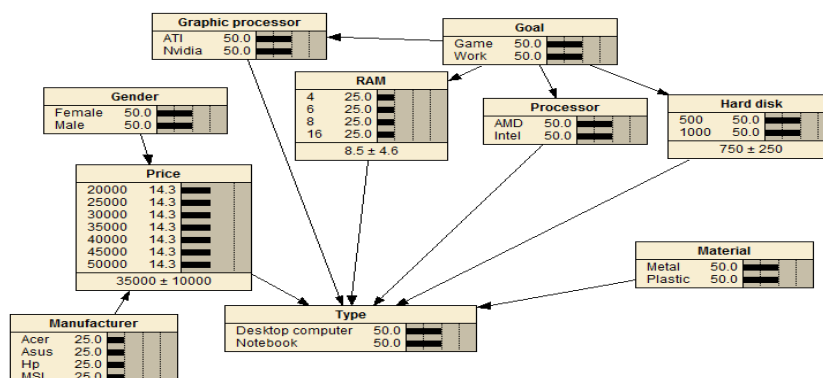


Рис. 6. Удаление противоречивых связей и оптимальный порядок узлов

Далее для получения результатов необходимо выполнить обучение полученной сети, используя ЕМалгоритм.

Воспользуемся клавишей в панели быстрого доступа Cases - Learn - Learn Using EM, выбираем файл MC Excel и жмем "открыть". Результат на рис. 6.

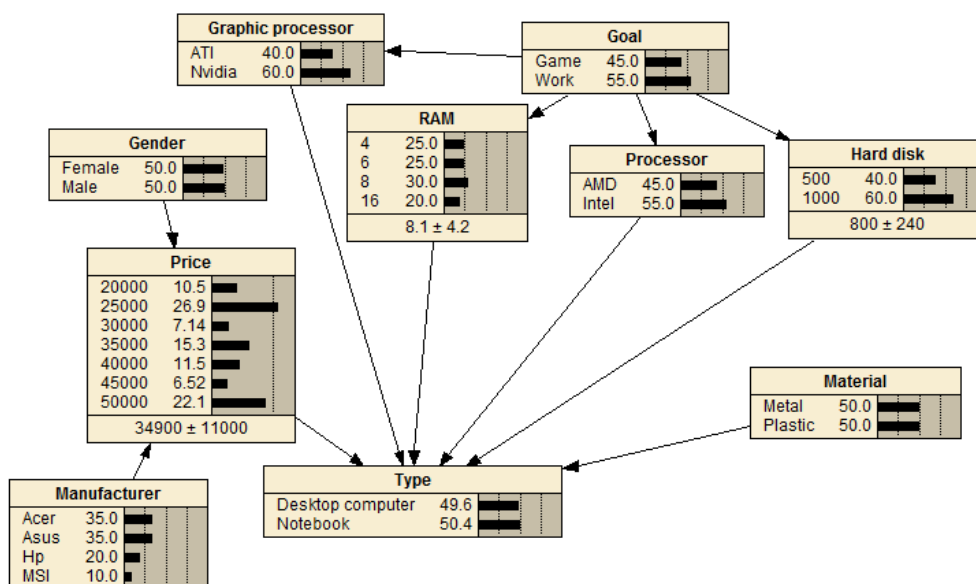


Рис. 7. Результат ЕМалгоритма

Далее применим полученную сеть для поставленной нами задачи. Для начала определим различные варианты поведения сети, в процессе изменения различных факторов.

При выборе покупателей мужского пола, компьютера фирмы Асер, с 8 Гб RAM, процессором AMD и предназначением для работы, система говорит, что с вероятностью 53,2% будет приобретен ноутбук и с вероятностью 46,8% будет выбран настольный компьютер.

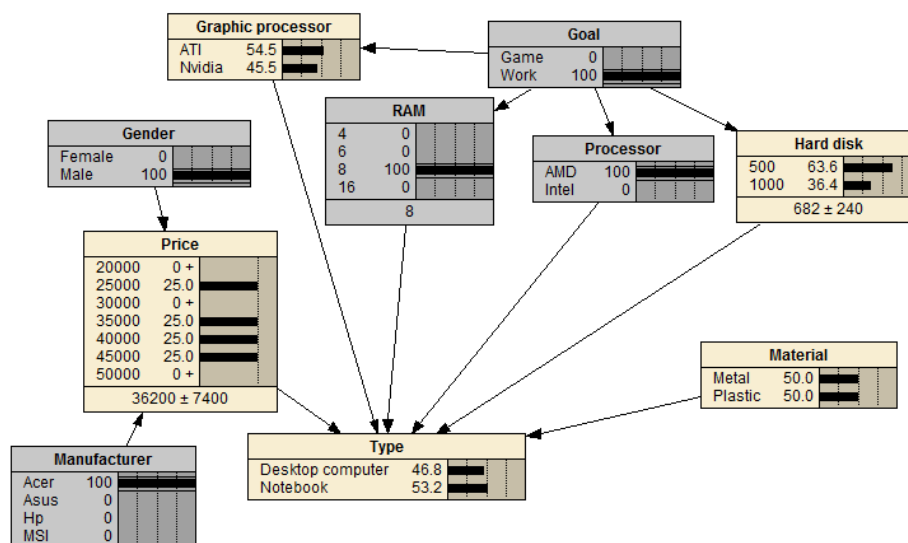


Рис. 8. Результат выбора по предпочтениям

Добавим предпочтения по таким факторам как: цена (Price) 35000Р и объему жесткого диска (Hard disk) 1000ГБ, получим результат, когда в

приоритете ноутбук 61,4%, вероятность покупки настольного компьютера имеет лишь 38,6%.

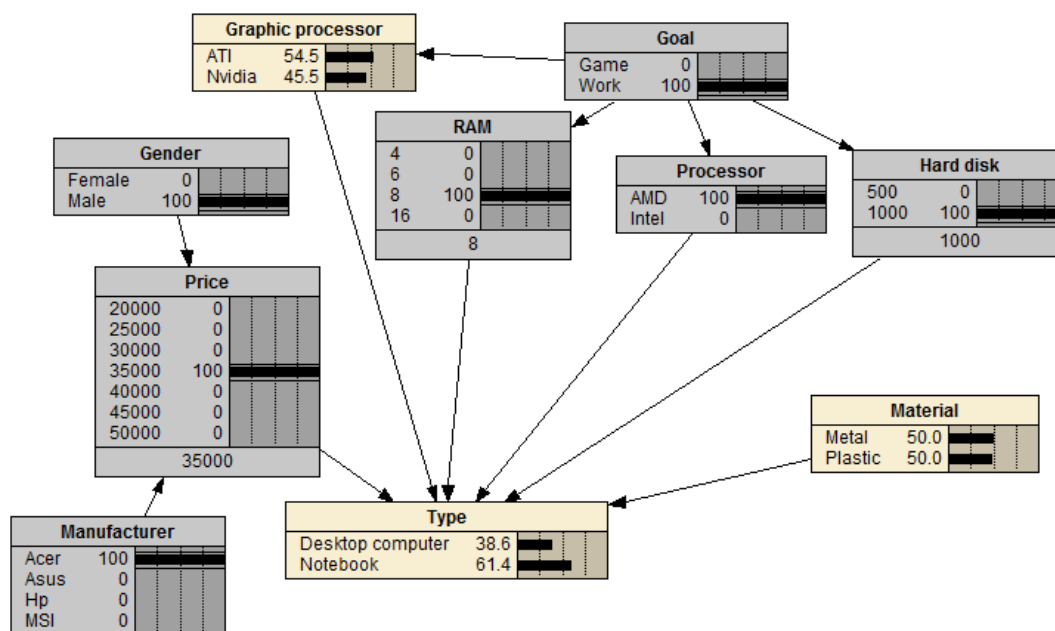


Рис. 9. Предпочтения по цене и жесткому диску среди мужского пола

Предположим ситуация, когда покупатель женского пола, выбирает компьютер для работы с 6 ГБ RAM, в средней ценовой категории. В данном случае, сеть рекомендует с 55% уверенностью приобрести настольный компьютер, на выбор ноутбука остается 45%.

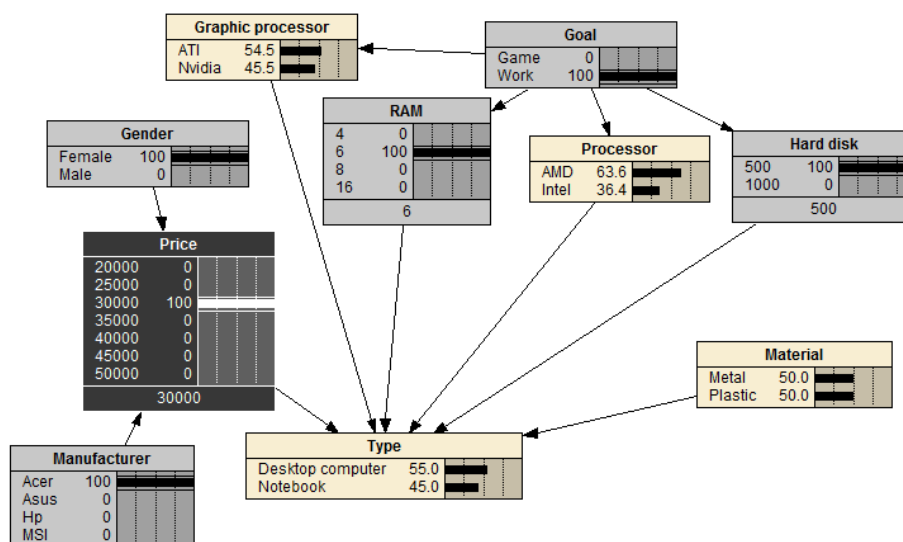


Рис. 10. Выбор варианта в средней ценовой категории

Данная сеть позволяет определить вероятность покупки компьютера либо ноутбука любому покупателю, достаточно выбрать приоритетные характеристики. В таблице ниже указаны некоторые сценарии поведения сети. Закрашенные секторы показывать ситуацию, когда покупатель при

выборе не учитывает тот или иной факт. Закрашенный сектор "gender" (пол) говорит о том, что сеть не использует данный фактор при подборе компьютера потенциальному покупателю.

	Gender	Price	Processor	RAM	Material	Manufacturer	Graphic processor	Goal	Hard disk	Type	
										Notebook	Desktop computer
1		35000	AMD		Metal	Asus		Work	1000	54,1%	45,9%
2	Female		Intel			Asus			500	41,7%	58,3%
3	Male	45000		8	Plastic			Game		88,9%	11,1%
4		30000	Intel		Plastic	Hp		Work	500	50%	50%
5	Male		AMD	16		Asus	Nvidia		500	49%	51%
6	Female	50000		4	Metal		Nvidia	Game		50%	50%
7		40000	AMD		Plastic	MSI		Game	1000	54,3%	45,7%
8	Female		Intel	6		Acer	ATI		1000	25%	75%
9	Male	25000		8	Metal		ATI	Work		32,6%	67,4%
10		25000	Intel		Metal	Asus		Work	500	35,1%	64,9%

Рис. 11. Некоторые сценарии выбора компьютера

Обратим внимание на 4 строку таблицы, где вероятность выбора настольного компьютера и ноутбука равна 50%. Объяснить это можно тем, что покупатель выбрал для себя недостаточно характеристик, используемых при подборе компьютера. В данном случае необходимо выбрать еще один или несколько факторов, для получения приоритета в сторону определенного типа.

Таким образом, в ходе исследования была реализована полностью работающая сеть, позволяющая осуществить подбор компьютера для каждого покупателя, опираясь на его предпочтения. Мы показали, что байесовские сети это модель способная помочь в поиске сложных решений и определении вероятности определенных событий. Поставленные в работе цели были осуществлены.

Библиографический список

1. Тулупьев А.Л. Преобразование ациклических байесовских сетей доверия в алгебраические байесовские сети // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2009. Т. 52. № 3. С. 21-23.
2. Бычков Е.Д., Сагинова Б.К., Нарутта Н.Н. Нечеткая байесовская сеть в модели качества обслуживания услуг сети связи. // Россия молодая: передовые технологии – в промышленность! 2013. № 1. С. 202-205.
3. Сироткин А.В. Алгоритмы построения алгебраической байесовской сети, семантически эквивалентной многосвязной байесовской сети доверия // Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. 2009. Т. 1. С. 131-134.
4. Маклакова Г.Г. Система оценки качества услуг телекоммуникационной сети дистанционного обучения на основе байесовских сетей доверия // Новые компьютерные технологии. 2008. Т. 6. № 1(6). С. 72-73.
5. Яковлев Д.А., Синева И.С. Детектирование веб-роботов с помощью байесовских сетей. // Технологии информационного общества. 2017. С. 292-293.

6. Размахнина А.Н., Баженов Р.И. Исследование процесса принятия решений с помощью байесовских сетей доверия в системе Hugin // Постулат. 2017. № 8. С. 1-8.
7. Терентьев А.Н., Бидюк П.И., Коршевнюк Л.А. Алгоритм вероятностного вывода в байесовских сетях // Системні дослідження та інформаційні технології. 2009. № 2. С. 107-111.
8. Gan H., Zhang Y., Song Q. Bayesian belief network for positive unlabeled learning with uncertainty // Pattern Recognition Letters. 2017. T. 90. С. 28-35.
9. Phan T. D., Smart J. C.R., Capon S. J., Hadwen W. L., O. Sahin Applications of Bayesian belief networks in water resource management: A systematic review // Environmental Modelling & Software. 2016. T. 85. С. 98-111.
10. Zare F., Zare H. K., Fallahnezhad M.S. Software effort estimation based on the optimal Bayesian belief network // Applied Soft Computing. 2016. T. 49. С. 968-980.
11. Underwood F.M., Parkes G., Swasey J. H. Building Bayesian Belief Networks to investigate how fishery performance responds to management interventions // Fisheries Research. 2016. T. 182. С. 28-38.
12. Mkrtchyan L., Podofillini L., Dang V.N. Methods for building Conditional Probability Tables of Bayesian Belief Networks from limited judgment: An evaluation for Human Reliability Application // Reliability Engineering & System Safety. 2016. T. 151. С. 93-112.