

# СТРУКТУРА ГИБРИДНОЙ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КОЛИЧЕСТВА ОБРАЩЕНИЙ КЛИЕНТОВ В СЕРВИСНЫЙ ЦЕНТР АВТОДИЛЕРА

**О. И. Пятковский, Д. Д. Барышев, В. В. Воронин**

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
г. Барнаул

Одним из показателей, характеризующих результаты деятельности фирмы за некоторый период, является степень достижения поставленных целей. При постановке цели определяется ряд задач, для достижения которых определяется некоторый порядок действий, иными словами план действий.

Необходимость принятия решений возникает в том случае, если наблюдается тенденция к отклонению от ранее поставленной цели или задачи. Для определения тенденции при анализе целесообразно применять аппарат прогнозирования. Это обусловлено тем, что организация не является замкнутой системой, на нее постоянно оказывается внешнее воздействие, которое, порой, трудно предугадать. При этом реальное конечное состояние системы с высокой долей вероятности будет отличаться от результатов долгосрочного прогноза, следовательно, для повышения точности прогнозируемого конечного состояния необходимо использовать краткосрочное прогнозирование, что также помогает выявить возможные отклонения от желаемого состояния системы.

При положительном прогнозе не требуется применять никаких управляющих воздействий. Но наиболее распространенным является случай, когда прогнозируемая ситуация отличается от желаемой, то есть наблюдается тенденция к отклонению системы от заданного целевого состояния, что приводит к необходимости принятия корректирующих решений.

Принятие того или иного управляющего воздействия имеет смысл только в случае его эффективности в достижении поставленной цели. В связи с тем, что результат того или иного решения становится очевиден только в будущем, перед его принятием важно оценить возможные последствия, которые оно может повлечь. Для оценки эффективности решений также могут применяться методы прогнозирования, в том числе и имитационное моделирование.

В настоящее время существует ряд математических методов прогнозирования, наи-

более распространенные из них – это экстраполяция, нормативный метод, метод экспертных оценок, аналогий и т.п. Объект описывается с помощью математических формул, уравнений и неравенств. Следует отметить, что модель не является полным аналогом исходного объекта, а лишь в какой-то мере отражает интересующие исследователя свойства. В ряде случаев инструментария математических методов моделирования бывает недостаточно для построения объективной модели.

Особое внимание уделяется возможности применения нейронных сетей в целях прогнозирования. Их достоинством является возможность получения достоверных прогнозов уже при несложном строении нейронной сети, возможность добавления или исключения из рассмотрения различных параметров путем включения или выключения соответствующих входов без необходимости пересмотра всей построенной модели. Кроме того, нейронные сети могут самообучаться без привлечения к этому процессу экспертов. Однако применение нейронных сетей не всегда целесообразно, на это влияет ряд факторов, таких как характер исходных данных, их объем, сезонность и др.

В настоящей статье предлагается использование гибридной модели в управлении автосервисным центром, которая позволит моделировать изменение количества обращений клиентов.

Анализ данных по проблеме прогнозирования потока клиентов сервисного центра и проведенное исследование позволяет утверждать, что на количество обращений клиентов влияют такие значимые факторы, как:

- соответствие качества услуг потребительским ожиданиям;
- стоимость услуг;
- продвижение услуг на рынке (различные формы рекламы и воздействия на потребителя);
- технические характеристики автопарка сервисного центра и региона.

## СТРУКТУРА ГИБРИДНОЙ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КОЛИЧЕСТВА ОБРАЩЕНИЙ КЛИЕНТОВ В СЕРВИСНЫЙ ЦЕНТР АВТОДИЛERA

По результатам всестороннего обследования предметной области, экспертной научной литературы, а также опроса экспертов автоцентра можно сделать вывод, что вся совокупность автомобилей, составляющих интересующий сервисный центр автопарк, разделяется на три группы:

- новые автомобили, поступающие на обслуживание;
- текущая клиентская база;
- автомобили, подлежащие сдаче в утиль.

В свою очередь поступление автомобилей в автосервис так же условно делятся на три группы:

- новые автомобили, проданные нашим автосалоном;
- новые автомобили, проданные автосалонами региона;
- подержанные автомобили, первый раз поступающие в наш сервисный центр.

Текущее состояние автомобиля во многом характеризуется суммарной величиной его пробега и величиной пробега, пройденного с последнего технического обслуживания. Таким образом, можно выделить 4 основных показателя отражающих сервисоемкость автопарка:

- межсервисный пробег автомобиля;
- среднегодовой пробег автомобиля;
- максимальный пробег автомобиля;
- процент автомобилей, поступающих в сервисный центр по достижении межсервисного пробега, иными словами процент поступлений по пробегу.

Автомобили, проданные нашим автосалоном, с большой долей вероятности, по наступлению времени технического осмотра, либо по достижении нормативного пробега, будут обслуживаться нашим сервисным центром.

Это обуславливается заключением договоров сервисного и гарантийного обслуживания при продаже, не стоит исключать и психологический аспект. Время от покупки автомобиля, до наступления первого технического осмотра устанавливается как заводом изготовителем, так и текущим законодательством. Для разных групп автомобилей это время равняется от одного года до трех, поэтому при анализе данного потока следует

учитывать продажи трех прошлых периодов, а также ту вероятность, с которой автомобили поступят на обслуживание в наш сервисный центр.

В результате выстраивается модель прогнозирования на основе гибридного подхода в виде совокупности:  $M = \langle X, D, F, L \rangle$ , где  $X$  – множество параметров ПО;  $D$  – множество доменов параметров;  $F$  – множество функциональных отношений, определяющих зависимости между различными параметрами;  $L$  – сеть функциональных связей параметров. Графически данную модель можно представить в виде направленного графа (рисунок 1). В истоках графа располагаются входные параметры, в стоках – выходные параметры.

Прогноз обращений (итоговый) является целевой вершиной аналитического дерева. Показатель «Сервисоемкость» отражает состояние потенциальной клиентской базы сервисного центра. Сервисоемкость включает в себя три группы показателей: изменения текущей клиентской базы, обслуживаемые автомобили автосалона и обслуживаемые автомобили автосалонов региона.

Оценка эффективности продвижения услуг показывает насколько клиенты и потенциальные клиенты осведомлены о наших сервисных услугах. Группа потребительских характеристик позволяет оценить непосредственно оказываемые услуги. Потребительские характеристики включают в себя две группы показателей: ценовые и качественные показатели.

Прогноз обращений – это узел, который выдает прогноз обращений при помощи только нейросетевой модели прогнозирования.

На основе собранных в ОАО «Алтай-Лада» данных были сформированы обучающие выборки. Многочисленные эксперименты по обучению сети, позволили выявить оптимальную структуру для данной выборки. Под оптимальной структурой будем понимать такое строение нейронной сети (количество слоев, нейронов, синоптические веса), при котором ошибка обобщения будет иметь устойчивый и удовлетворительный результат. Ошибка обобщения рассчитывается как среднее между ошибкой обучения и ошибкой тестирования.

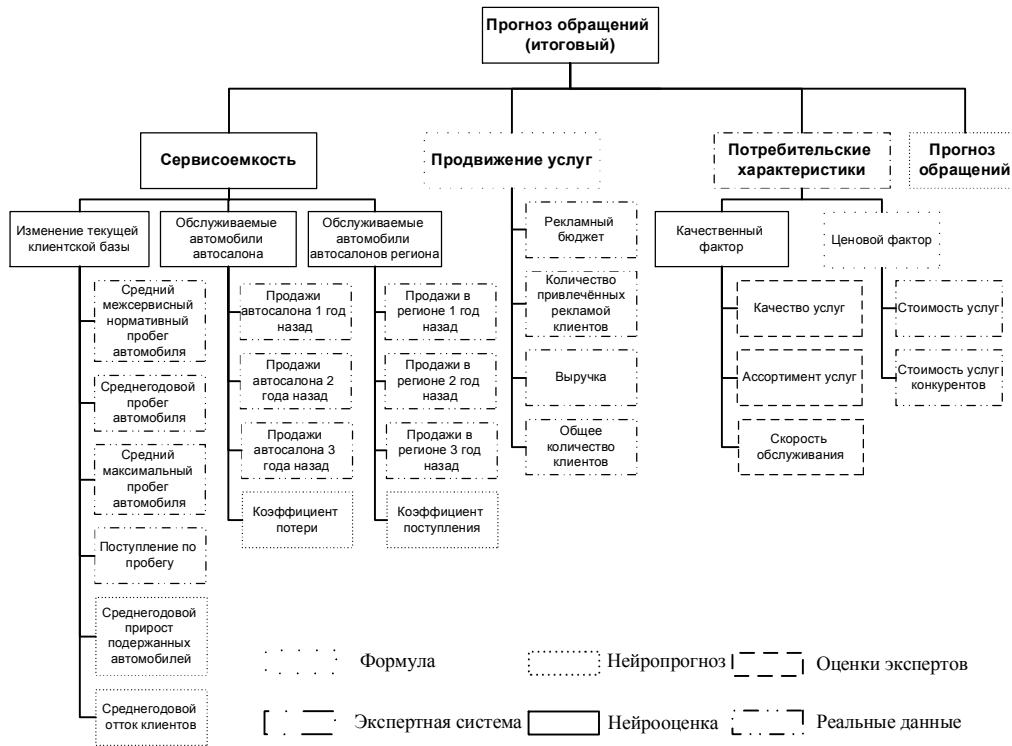


Рисунок 1 – Структура гибридной экспертной системы

Общие результаты обучения нейронных сетей по всем узлам дерева представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты обучения нейронных сетей

Название показателя	Кол входов	Структура	Ошибка обучения	Ошибка обобщения
1 Прогноз обращений итоговый	4	8	0,94	0,56
1.1 Сервисоёмкость	3	6	2,74	2,14
1.1.1 Изменения клиентской базы	6	4-1-1	1,085	0,86
1.1.1.1 Среднегодовой прирост подержанных автомобилей	1	3-1-1	0,11	0,095
1.1.1.2 Среднегодовой отток клиентов	1	9	1,472	0,068
1.1.2 Обслуживаемые автомобили автосалона	4	3-1-1	1,343	0,240
1.1.2.1 Коэф. потери	1	6	0,868	0,147

Продолжение таблицы 1

Название показателя	Кол входов	Структура	Ошибка обучения	Ошибка обобщения
1.1.3 Обслуживаемые автомобили автосалонов региона	4	8	1,324	0,296
1.1.3.1 Коэффициент поступления	1	10	1,191	0,112
1.2.1 Качественный фактор	3	2-1-1	1,24	1,12
1.4 Прогноз обращений	1	3-1-1	0,11	0,095

После обучения узлов были проведены эксперименты, результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты экспериментов

Месяц	Реальные данные	Прогнозные данные
Май	54	48
Июнь	38	32
Июль	42	47
Август	50	48
Сентябрь	40	45
Октябрь	-	57
Ноябрь	-	67
Декабрь	-	80

## СТРУКТУРА ГИБРИДНОЙ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КОЛИЧЕСТВА ОБРАЩЕНИЙ КЛИЕНТОВ В СЕРВИСНЫЙ ЦЕНТР АВТОДИЛЕРА



Рисунок 2 – Графическая интерпретация результатов

Графическая интерпретация результатов экспериментов представлена на рисунке 2. Эксперименты проводились с использованием разработки кафедры ИСЭ «Бизнес-Аналитик 3.0» (рисунок 3).

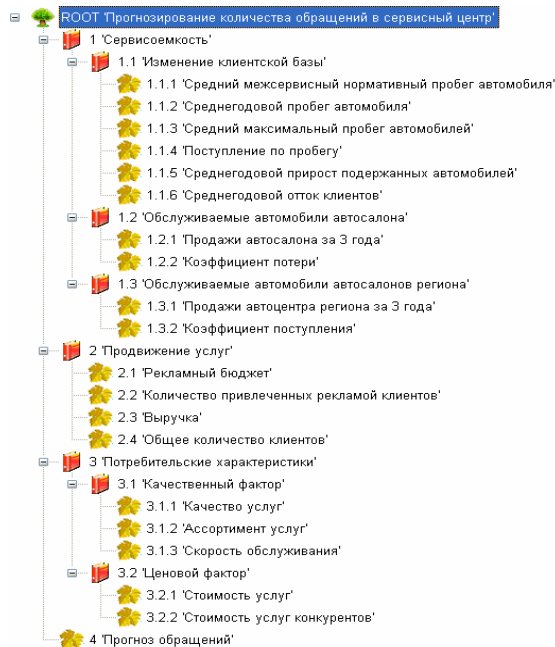


Рисунок 3 – Узлы дерева гибридной экспертной системы, представленные в АИС «Бизнес-Аналитик 3.0»

Увеличение спроса на сервисные услуги вызвано увеличением продаж автомобилей в начале года, в связи с государственной программой утилизации. По результатам экспериментов можно сделать следующие выводы:

- модель адекватно реагирует на изменения в предметной области, что позволяет моделировать такие изменения;

- применение данной модели позволяет повысить эффективность принимаемых управленческих решений.

Эффективность гибридной экспертной системы прогнозирования продаж, продолжает повышаться специалистами и экспертами в данной области.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пятковский О.И. Интеллектуальные компоненты автоматизированных систем управления предприятием. Монография – г. Барнаул: АлтГТУ. – 1999.-351 с.
2. Нейроинформатика / А.Н. Горбань, В.Л. Дунин-Барковский, А.Н.Кирдин, Е.М. Миркес, А.Ю. Новоходько, Д.А. Россиев, С.А. Терехов, М.Ю.Сенашова, В.Г. Царегородцев. – Новосибирск: Наука, Сибирская издательская фирма РАН, 2006, - 296 с.
3. Горбань А. Н. Обучение нейронных сетей. М.: Изд-во СССР-США СП «ParaGraph», 1990, - 160 с.
4. Кузьмин Б.И., Юрьев В.Н., Шахдинаров Г.М. Методы и модели управления фирмой, СПб: Питер, 2001, - 432 с.