

УДК 681.3.06

*Д. Д. Барышев, О. И. Пятковский*

### **Разработка гибридной модели с нейросетевыми компонентами и программного комплекса для решения задачи оценки качества услуг автосервисного предприятия**

*D. D. Baryshev, O. I. Pyatkovsky*

### **Development of the Hybrid System with Neural Network Components and the Program Complex to Solve a Problem of Assessing the Service Quality in Car Companies**

Рассматриваются вопросы создания модели и программного обеспечения для определения качества услуг автосервисного предприятия с применением технологии гибридных экспертных систем и нейронных сетей.

**Ключевые слова:** гибридная экспертная система, интеллектуальная система, нейронные сети.

В условиях экономической нестабильности снижение затрат и повышение эффективности управления качеством сервисных услуг становится основой функционирования любого бизнеса. Таким образом, качество услуг является крайне актуальной экономической категорией, а управление качеством для многих сервисных организаций — важнейший аспект их деятельности. Перед руководителями автосервисного предприятия стоит сложная задача — адекватно современным условиям оценить качество услуг по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей и выявить резервы для его повышения.

Поскольку задача оценки качества сервиса относится к задачам управления организацией, то были рассмотрены следующие методы, используемые для принятия управленческих решений: традиционные, экономико-математические, систематизированные, системно-целевые, интеллектуальные. Среди перечисленных методов предпочтение отдается интеллектуальным, а именно гибридным моделям, поскольку гибридная модель при решении задач оценки дает определенные преимущества. Во-первых, для разных подзадач можно использовать разные методы решения. Во-вторых, при изменении в механизме решения одной подзадачи не возникает необходимости в корректировке остальных. В-третьих, можно применить различные методы решения к одной подзадаче и сравнить результаты решения. В-четвертых, агрегирование информации в рамках гибридной модели не приводит к ее потере, все данные вплоть до первичных показателей могут быть восстановлены [1, 2].

Цель нашего исследования — разработать гибридную модель с элементами адаптации и ней-

The article considers models and architecture of a special software system for determining the service quality in car companies based on hybrid expert systems technology and neural networks.

**Key words:** hybrid expert system, intellectual system, neural networks.

росетевыми компонентами для решения задачи оценки качества услуг автосервисного предприятия, а также программный комплекс построения гибридных экспертных систем и настроить с его помощью модель; провести вычислительные эксперименты и сделать выводы об адекватности модели.

Общая схема исследования включает следующие этапы: определение целей исследования; подбор экспертной комиссии и оценка компетентности экспертов; формирование совокупности влияющих показателей (дерева целей); формирование древовидной структуры поля знаний; выбор методов решателей в узлах поля знаний; настройка решателей в узлах поля знаний; тестирование модели, проведение экспериментов; оценка адекватности модели; настройка механизмов адаптации.

В группу экспертов по формированию и настройке гибридной модели вошли ведущие специалисты ОАО «Алтай-Лада» и сотрудники кафедры «Информационные системы в экономике» АлтГТУ им. И. И. Ползунова, занимающиеся проблемами автоматизации и управления автосервисных и автоторговых предприятий.

Согласованность экспертов вычислялась при помощи коэффициента конкордации для связанных рангов. При полученном значении коэффициента конкордации  $W = 0,7219$  принято считать группу экспертов согласованной. При помощи экспертной группы была построена модель оценки качества сервиса, представленная на рисунке 1.

В таблице 1 представлено описание узлов гибридной модели, решатели узлов и причина выбора конкретных решателей.

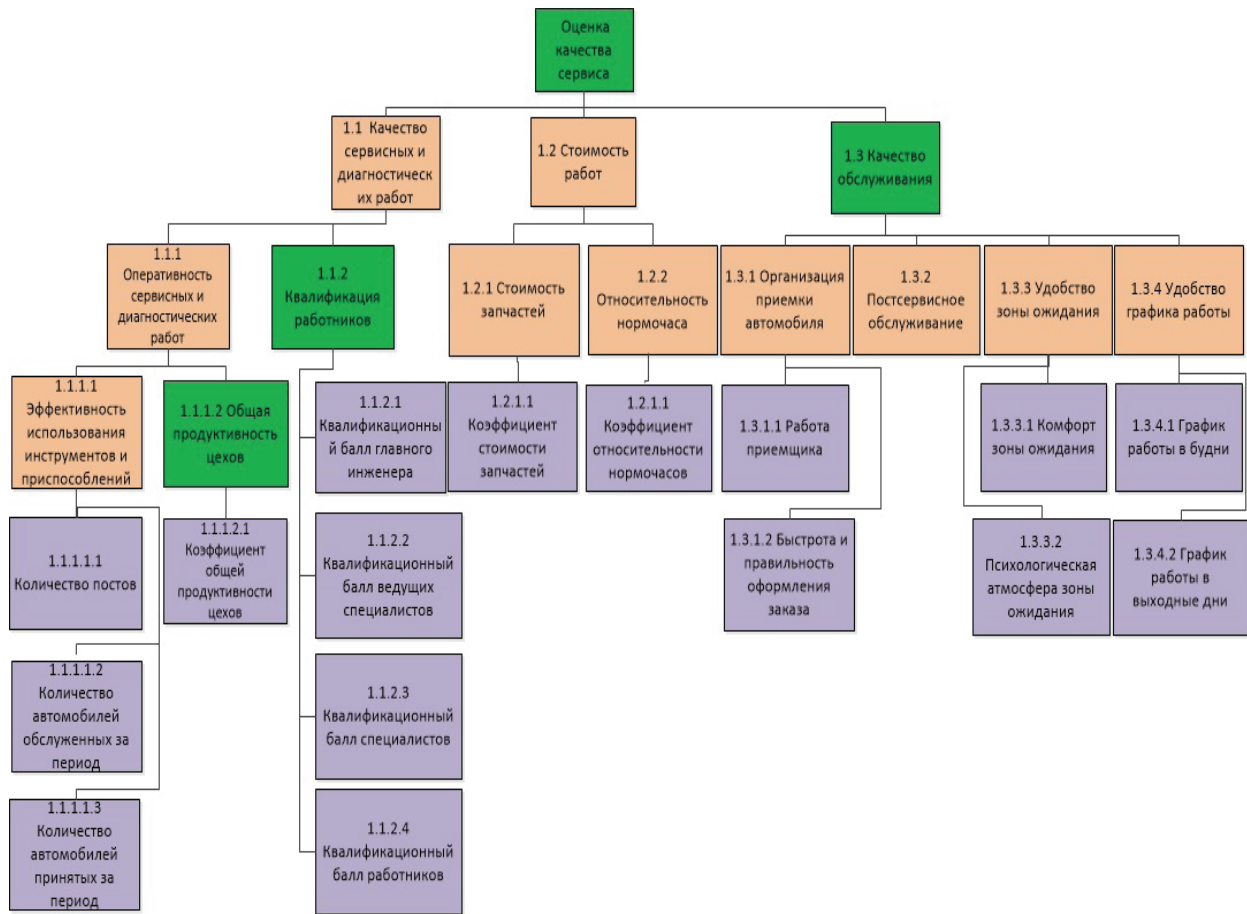


Рис. 1. Модель оценки качества услуг автосервиса

Таблица 1

Описание узлов гибридной модели оценки качества услуг автосервисного предприятия

№ в иерархии	Наименование	Решатель узла	Причина выбора решателя
1	Оценка качества сервиса	Нейрооценка	Имеются обучающие примеры, необходимость дообучения, отсутствие формальной методики решения задачи
1.1	Качество сервисных и диагностических работ	Экспертная оценка	Отсутствуют обучающие примеры, имеется логическая прозрачность решения задачи
1.1.1	Оперативность сервисных и диагностических работ	Экспертная оценка	Отсутствуют обучающие примеры, имеется логическая прозрачность решения задачи
1.1.1.1	Эффективность использования инструментов и приспособлений	Экспертная оценка	Отсутствуют обучающие примеры, имеется дерево решений данной задачи
1.1.1.1.1	Количество постов	Формула	Имеются данные для расчета показателя.
1.1.1.1.2	Количество автомобилей, принятых за период	Формула	Имеются данные для расчета показателя.
1.1.1.1.3	Количество автомобилей, обслуженных за период	Формула	Имеются данные для расчета показателя.
1.1.1.2	Общая продуктивность цехов	Нейрооценка	Имеются обучающие примеры, необходимость дообучения, отсутствие формальной методики решения задачи
1.1.1.2.1	Коэффициент общей продуктивности цехов	Формула	Имеется формула и данные для расчета данного показателя.
1.1.2	Квалификация работников	Нейрооценка	Имеются обучающие примеры, необходимость дообучения, отсутствие формальной методики решения задачи

1.1.2.1	Квалификационный балл главного инженера	Формула	Имеется формула и данные для расчета данного показателя.
1.1.2.2	Квалификационный балл ведущих специалистов	Формула	Имеется формула и данные для расчета данного показателя.
1.1.2.3	Квалификационный балл специалистов	Формула	Имеется формула и данные для расчета данного показателя.
1.1.2.4	Квалификационный балл работников	Формула	Имеется формула и данные для расчета данного показателя.
1.2	Стоимость работ	Экспертная оценка	Отсутствуют обучающие примеры, имеется логическая прозрачность решения задачи
1.2.1	Стоимость запчастей	Экспертная оценка	Отсутствуют обучающие примеры, имеется дерево решений данной задачи
1.2.1.1	Коэффициент стоимости запчастей	Формула	Имеется формула и данные для расчета данного показателя.
1.2.2	Относительность нормо-часов	Экспертная оценка	Отсутствуют обучающие примеры, имеется дерево решений данной задачи
1.2.2.1	Коэффициент относительности нормо-часов	Формула	Имеется формула и данные для расчета данного показателя.
1.3	Качество обслуживания	Нейрооценка	Имеются обучающие примеры, исключается большое количество правил в отличие от использования экспертной оценки
1.3.1	Организация приемки автомобиля	Экспертная оценка	Отсутствуют обучающие примеры, имеется логическая прозрачность решения задачи
1.3.1.1	Работа приемщика	Формула	Имеется формула и данные для расчета данного показателя.
1.3.1.2	Быстрота и правильность оформления заказа	Формула	Имеется формула и данные для расчета данного показателя.
1.3.2	Постсервисное обслуживание	Формула	Имеется формула и данные для расчета данного показателя.
1.3.3	Удобство зоны ожидания	Экспертная оценка	Отсутствуют обучающие примеры, имеется логическая прозрачность решения задачи
1.3.3.1	Комфорт зоны ожидания	Формула	Имеется формула и данные для расчета данного показателя.
1.3.3.2	Психологическая атмосфера зоны ожидания	Формула	Имеется формула и данные для расчета данного показателя.
1.3.4	Удобство графика работы	Экспертная оценка	Отсутствуют обучающие примеры, имеется логическая прозрачность решения задачи
1.3.4.1	График работы в будни	Формула	Имеется формула и данные для расчета данного показателя.
1.3.4.2	График работы в выходные	Формула	Имеется формула и данные для расчета данного показателя.

Решатели узлов с типом «Формула» опираются на расчетные формулы, выделенные в результате анализа литературных источников.

При определении квалификационных баллов сотрудников предприятия использовалась методика В. Я. Горфинкель. По данной методике сотрудников автосервисного предприятия можно разделить на квалификационные группы с присвоением квалификационного балла. Для главного инженера эталонный квалификационный балл — 4, для ведущего специалиста — 2,65, для специалиста — 1,7, для работника — 1,3. Исходя из эталонных баллов эксперта-

ми была составлена обучающая выборка для узла «Квалификация работников». В выборке оценивался средний балл в разрезе квалификационных групп.

Работа приемщика, быстрота и правильность выполнения заказа, комфорт зоны ожидания, психологическая атмосфера зоны ожидания, график работы в будни, график работы в выходные — значения данных показателей определяются как среднее арифметическое из оценок по одноименным пунктам анкет для клиентов, собранных за период оценки.

В качестве аналитической платформы для настройки гибридной модели качества сервиса был выбран про-

граммный продукт «Бизнес-Аналитик», разработанный на кафедре «Информационные системы в экономике» АлтГТУ им. И. И. Ползунова. Преимуществами данной платформы можно считать: настройка методики в виде древовидной структуры, возможность обучения нейросети по широкому спектру методов, предварительная проверка обучающей выборки на пропуски и аномалии, возможность производить расчеты по методике в разрезе организаций и периодов.

При обучении узлов модели, решателями которых является нейросеть, проводились эксперименты с различными методами обучения и структурами нейросети, за итоговый результат принимались тот метод и структура, при которых ошибки обучения и обоб-

щения попадали в доверительный интервал, определенный экспертами при формировании обучающих выборок [3].

Нейросетевой комитет строится как линейная комбинация частных прогнозов сетей. Весовые коэффициенты определяются из условия минимума дисперсии ошибок обобщающего прогноза, т. е. максимума его точности.

Для проверки адекватности была произведена оценка качества сервиса на предприятии ОАО «Алтай-Лада» за апрель и май 2012 г. Полученные результаты оценены экспертами как реальные при текущих входных показателях.

Результаты расчетов представлены в таблице 3.

Таблица 2

Результаты настройки узлов модели с решателями «Нейронная сеть»

Название узла модели	Структура сети	Метод обучения	Ошибка обучения	Ошибка обобщения	Ошибка обобщения комитета
Качество обслуживания	3:3	FixedStep	0,0131	0,01475	0,011
Квалификация работников	8:3:2:2	FixedStep	0,0091	0,01937	0,015
Общая продуктивность цехов	3:3:1:1:1	SCG	0,0068	0,06518	0,04
Оценка качества сервиса	1:1:1	FixedStep	0,0132	0,01564	0,009

Таблица 3

Результаты расчетов оценки качества сервиса для ОАО «Алтай-Лада»

№ в иерархии	Показатель	Оценка (апрель 2012)	Оценка (май 2012)
1	Оценка качества сервиса	3,87	4,1
1.1	Качество сервисных и диагностических работ	1	3
1.1.1	Оперативность сервисных и диагностических работ	2	3
1.1.1.1	Эффективность использования инструментов и приспособлений	2	4
1.1.1.1.1	Количество постов	9	9
1.1.1.1.2	Количество автомобилей, принятых за период	360	352
1.1.1.1.3	Количество автомобилей, обслуженных за период	302	341
1.1.1.2	Общая продуктивность цехов	5	5
1.1.1.2.1	Коэффициент общей продуктивности цехов	1,1	1,2
1.1.2	Квалификация работников	4	4
1.1.2.1	Квалификационный балл главного инженера	3,99	3,99
1.1.2.2	Квалификационный балл ведущих специалистов	2,33	2,33
1.1.2.3	Квалификационный балл специалистов	1,6	1,6
1.1.2.4	Квалификационный балл работников	1,3	1,3
1.2	Стоимость работ	5	5
1.2.1	Стоимость запчастей	4	4
1.2.1.1	Коэффициент стоимости запчастей	0,98	0,98
1.2.2	Относительность нормо-часов	3	3
1.2.2.1	Коэффициент относительности нормо-часов	0,8	0,8
1.3	Качество обслуживания	4	4
1.3.1	Организация приемки автомобиля	3	4
1.3.2	Постсервисное обслуживание	5	5
1.3.3	Удобство зоны ожидания	3	4
1.3.4	Удобство графика работы	4	4

Анализ оценки качества сервиса за апрель 2012 г. предопределил резервы для ее повышения, а именно были приняты мероприятия для повышения эффективности использования инструментов и приспособлений, качества обслуживания, что отразилось на значениях показателей в мае 2012 г.

Предлагаемый подход к получению прогнозной оценки качества услуг базируется на предположении о том, что уровень потребительских свойств оказываемой услуги напрямую зависит от количества обращений клиентов.

Полученные прогнозные данные количества обращений клиентов представлены на рисунке 3.

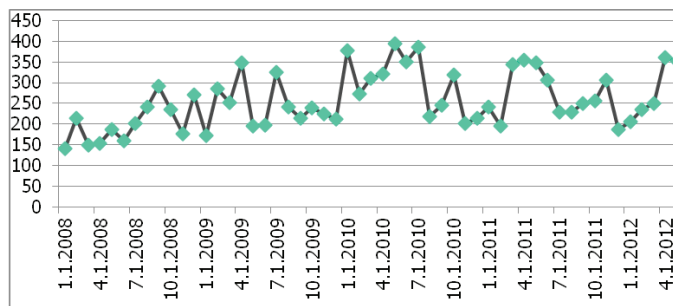


Рис. 2. Реальные данные количества обращений клиентов

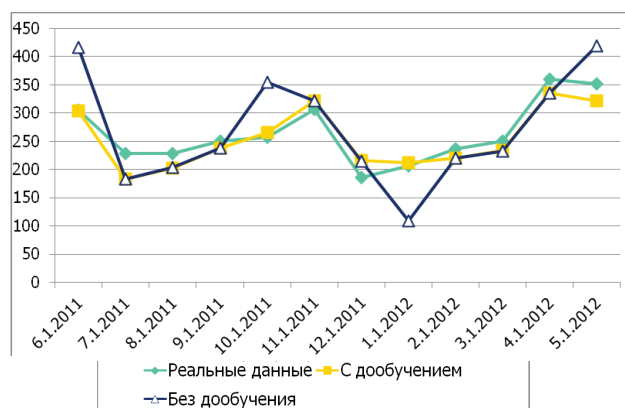


Рис. 3. Прогнозные данные количества обращений клиентов

Таблица 4

Сравнение алгоритмов дообучения

Шаг	Без дообучения	Дообучение на каждом шаге	Дообучение
01.06.2011	19.7%	14.7%	9.5%
01.10.2011	22.5%	12.6%	7.1%
01.01.2012	18.1%	10.4%	6.3%

**Заключение.** Предложенная методика оценки может стать отличным инструментом в помощь руководителю, который принимает решения на стратегическом и тактическом уровнях управления.

Проведен анализ процесса принятия управленческих решений в социальных и экономических объектах и методов, применяемых для решения задач оценки состояния объекта.

Выработаны критерии и алгоритмы выбора методов решения для вершин иерархического дерева, полученного в результате декомпозиции, которые основываются на некоторых характеристиках задач и свойствах методов формализации.

Построена структурная схема программной реализации гибридной экспертной системы. Разработана интеллектуальная информационная система, основанная на гибридной модели представления знаний.

## Библиографический список

1. Пятковский О. И. Интеллектуальные компоненты автоматизированных систем управления предприятием: монография. — Барнаул, 1999.
2. Оскорбин Н. М. Математические модели систем с латентными переменными // Известия АлтГУ. — 2012. — № 1/2 (73).
3. 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, 2006.