

---

---

# ЭКОНОМИКА, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

---

---

## ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ АСПЕКТ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРИ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЯХ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ

**Л.А. Королева, кандидат технических наук, доцент.  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.**

**А.Н. Веригин, доктор технических наук, профессор,  
заслуженный деятель науки Российской Федерации.**

**Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)**

Рассмотрены роли лица, принимающего решения, и информационной системы в управлении при боевых действиях пожарно-спасательных подразделений Государственной противопожарной службы МЧС России. Определены особенности построения экспертных систем.

*Ключевые слова:* лицо, принимающее решение, пожарно-спасательное подразделение Государственной противопожарной службы МЧС России, информационная система, экспертная система, эксперт, извлечение, приобретение и формирование знаний, управление

## THE HUMAN ASPECT IN THE MANAGEMENT SYSTEM IN THE MILITARY ACTIVITIES OF FIRE AND RESCUE UNITS OF THE STATE FIRE SERVICE

L.A. Koroleva. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.

A.N. Verigin. Saint-Petersburg state institute of technology (technical university)

The roles of the decision-maker and the information system in the management of combat actions of fire and rescue units of the State fire service of EMERCOM of Russia are considered. Specific features of making expert systems are determined.

*Keywords:* decision maker, fire and rescue unit of State fire service of EMERCOM of Russia, information system, expert system, expert, extraction, acquisition and formation of knowledge, management

Среди большого количества факторов, влияющих на успешное решение задач, стоящих перед Государственной противопожарной службой (ГПС) МЧС России, можно выделить личные качества лица, принимающего решения (ЛПР). Каждый руководитель имеет собственный стиль, который связан с его отношением к поставленным проблемам, умению обобщать и использовать информацию.

По отношению к решаемой задаче можно выделить ЛПР: избегающих проблему, игнорирующих нежелательную информацию и не просчитывающих возможные варианты решений; ищущих проблему, находящих удовлетворение в решении, в том числе и не существующих, проблем; решающих проблемы по мере их возникновения.

С позиций сбора и накопления информации выделяют руководителей, не воспринимающих информацию, которая напрямую не относится к их деятельности и стремящихся рассматривать любую, представляющую для них интерес, информацию.

По отношению к применению информации можно выделить систематический или интуитивный стиль принятия решений. В первом случае, ЛПР основывается на определенной теории или методике использования информации, например, системного подхода. В ином – не придерживается конкретных методов, оценивает сложившуюся ситуацию и принимает решение.

Для ЛПР нормативные документы и информация являются основными компонентами решения любой проблемы. Дополнительно можно выделить элементы, позволяющие трансформировать проблему в решение. Это возможные варианты решений и накладываемые ограничения. Необходимо уметь отличать проблемы (структурированные и неструктурированные) от их признаков. Следует учитывать, что структура большей части проблем известна не полностью, то есть они являются ограниченно структурированными.

Решение проблемы с позиций системного подхода предполагает выполнение нескольких последовательных этапов, на каждом из которых в зависимости от имеющейся информации принимаются решения. Использование компьютерных информационных систем повышает эффективность процесса.

Системная методология основывается на использовании для решения проблем системного подхода. В этом случае ЛПР должно рассматривать пожарно-спасательное подразделение ГПС МЧС России (подразделение) как систему, включающую в себя различные подсистемы, и как элемент системы более высокого уровня, который включает в себя окружение подразделения [1]. В процессе обнаружения проблемы ЛПР переходит с более высоких уровней управления подразделением на более низкие, при этом порядок рассмотрения основных элементов системы определяется их приоритетом. Разработка и оценка альтернативных решений осуществляется после обнаружения проблемы. Наиболее оптимальный вариант внедряется, и осуществляется контроль за принятым решением.

В обязанности ЛПР входит принятие решений, на основе которых осуществляются конкретные действия по тушению пожаров, составление докладов и т.д. Определим востребованные информационные системы (ИС), опираясь на исследование деятельности ЛПР, анализируя информацию, требующуюся для принятия решений. Необходимо раскрыть процесс принятия решений и изучить виды решений, поддерживаемые формальными ИС, и определить, какие из них ЛПР не может оставить без внимания.

Ответственность за ИС нельзя полностью передать техническому персоналу. Успех деятельности большинства подразделений можно связать с ИС, которые непосредственно влияют на принимаемые решения и играют стратегическую роль. В этом случае встает вопрос о потребности в таких сотрудниках, которые являются специалистами в сфере информационных технологий.

Системы поддержки управления (Managerial Support Systems) направлены на помощь конкретному ЛПР или их небольшой группе, которые принимают стратегические и тактические решения. В них содержатся приложения, позволяющие поддержать принятие решений в процессе управления типа систем групповой поддержки, исполнительных информационных и экспертных систем. Разработаны организационные системы, целью которых является помощь подразделению в целом (системы накопления данных, обработки транзакций, группового программного обеспечения) [2]. Совместное использование таких систем способствует относительно всестороннему отображению внутри подразделения приложений информационной технологии. Также существуют внутриорганизационные системы и другие электронные приложения, использующие интернет.

При изучении литературы, рассматривающей экспертные системы (ЭС), можно выделить следующие термины: добыча, извлечение, получение, выявление, формирование знаний. В специальной литературе англоязычных стран используются, в основном: acquisition (приобретение) и elicitation (извлечение, выявление) [3].

Термин «приобретение» предполагает либо трансляцию знаний от эксперта к базе знаний ЭС, либо понимается как способ автоматизированного построения базы знаний, когда структура знаний предварительно закладывается в программу. Данное понятие не применяется к извлечению структуры знания из информации о предметной области. Для более точного выражения смысла непосредственного переноса компетентности эксперта в базу знаний ЭС используется термин «извлечение».

Понятие «приобретение» применимо к автоматизированным системам прямого общения с экспертами, которые получают уже готовые знания в соответствии со структурами, заложенными при разработке систем.

С областью знаний, разрабатывающей методы, модели и алгоритмы обучения, связывают термин «формирование». В этих случаях применяют, например, обучение по аналогии, индуктивные модели формирования гипотез с использованием обучающих выборок.

При разработке ЭС выделяют три стратегии получения знаний (рис. 1) [3]:

- приобретение знаний с использованием ЭВМ и соответствующего программного обеспечения;
- формирование знаний с использованием обучающих программ на основе репрезентативной выборки примеров принятия решений в предметной области и соответствующего программного инструментария;
- извлечение знаний без использования вычислительной техники при непосредственном контакте ЛПР и источника знаний, в качестве которого может выступать эксперт, специальная литература и т.д.

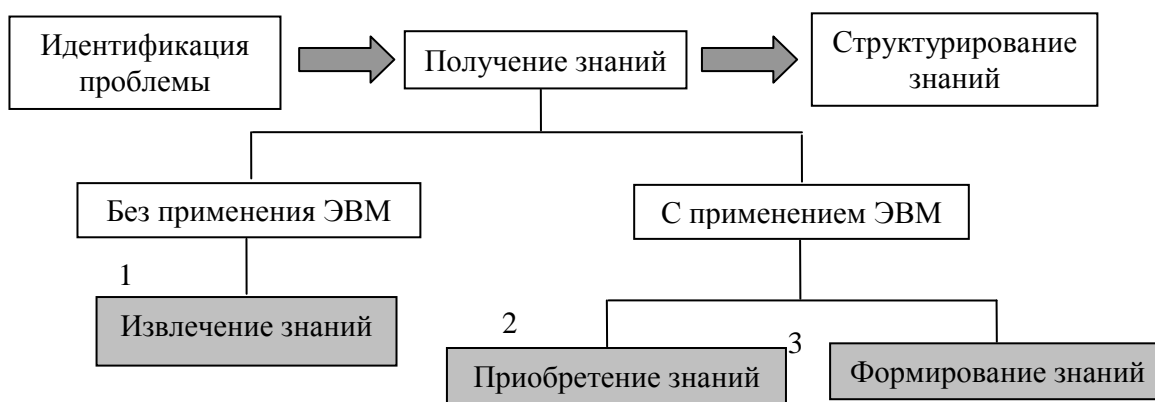


Рис. 1. Стратегии получения знаний

По мнению авторов, наиболее распространена в нашей стране на данном этапе создания ЭС первая стратегия. Системы приобретения и формирования знаний, которые можно применить к решаемым задачам, практически отсутствуют на российском рынке программных средств.

В результате процесса извлечения знаний необходимо понять рассуждения специалистов в процессе принятия решения и структуру их описания в предметной области. Извлечение знаний при построении специальных ЭС является самой трудной задачей. Возникают различные неувязки, что требует разработки новых методов извлечения знаний. Применение способа извлечения знаний, не соответствующего структуре знаний в данной области, приводит к использованию неадекватной модели (языка) для представления знаний.

Извлечение знаний – это трудоемкий и длительный процесс, который требует специальных знаний. Его результатом должно стать воспроизведение модели предметной области для принятия решений. Самостоятельное извлечение для себя знаний экспертом нежелательно [4] по следующим причинам:

1) знания, накопленные экспертом – это результат многочисленных наслоений, ступеней опыта. Утверждая, что В есть следствие А, эксперт не всегда может выявить всю цепочку рассуждений, например  $A \rightarrow C, C \rightarrow D, D \rightarrow B$ ;

2) мышление диалогично. Часть знаний, хранящаяся в памяти ЛПР, носит невербальный характер. ЛПР при объяснении знаний облачает размытые ассоциативные образы в слова, то есть выделяет вербальные знания;

3) обладание большим количеством информации создает для ЛПР трудности в формировании модели предметной области.

Рассмотрим аспекты процесса извлечения знаний (рис. 2).

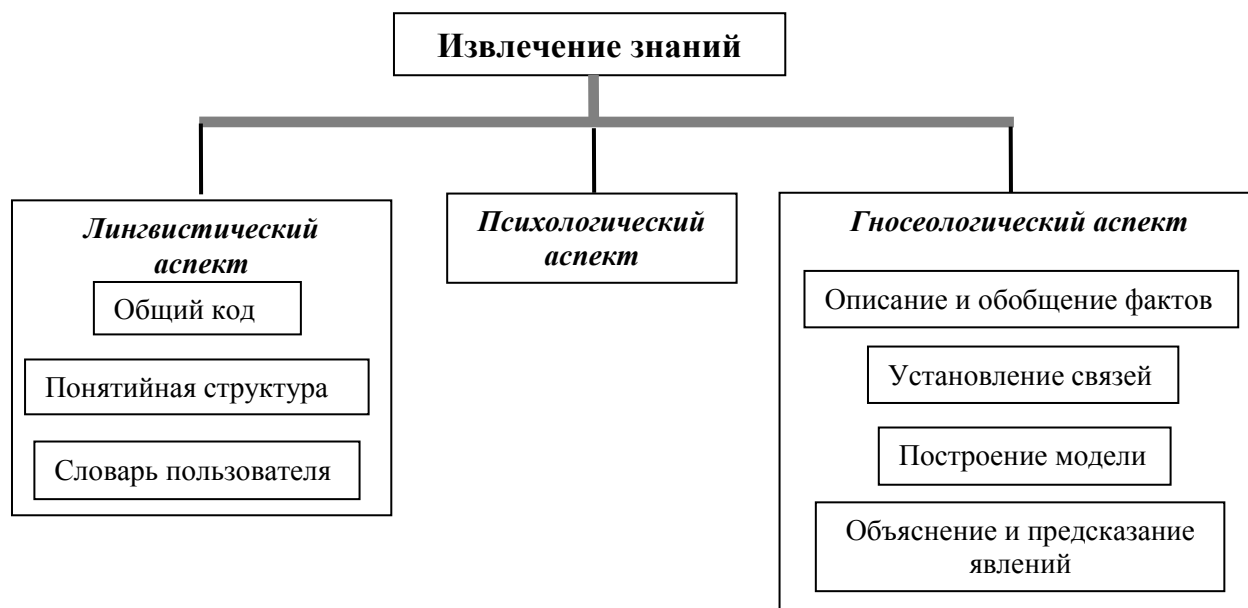


Рис. 2. Аспекты извлечения знаний

Эффективность взаимодействия аналитика с основным источником знаний – ЛПР – определяет психологический аспект. Выделяют четыре основных уровня общения [3]:

– один субъект рассматривает другого с точки зрения средства достижения результата или как помеху – уровень манипулирования;

– субъект при осуществлении своей деятельности принимает во внимание «контрпроект» другого субъекта, но не придает ему самостоятельного значения и стремится реализовать свой проект – уровень «рефлексивной игры»;

– субъекты пытаются согласовать проекты деятельности друг друга – уровень правового общения;

– субъекты внутренне принимают проект совместной деятельности – уровень нравственного общения.

Профессионализм эксперта характеризует умение общаться на четвертом уровне. Извлечение знаний включает материально-практическое, духовно-информационное и практически-духовное общение. При этом важнейшим с прагматической точки зрения является информационный аспект общения эксперта. Можно построить структурную модель общения при извлечении знаний, включающую участников общения (партнеров), средства общения (процедуру) и предмет общения (знания). Опираясь на эту структуру, определим круг проблем, появление которых возможно в процессе извлечения знаний.

Рассмотрим лингвистический аспект. Известно, что язык является основным средством общения. Вместе с тем язык рассматривается как сложное и многомерное понятие. Прогресс в информатике, новой информационной технологии, есть результат совместной

работы математиков, лингвистов, программистов, психологов [5]. Выделим важные для эксперта лингвистические проблемы (рис. 2).

Если представить средства общения в виде двух потоков, где  $V_1$  и  $V_2$  – языки, на которых говорят ЛПП и эксперт ( $V_1$  и  $V_2$  – невербальные компоненты общения). «Языковой барьер» или «языковые ножницы» в общении ЛПП и эксперта определяет различие этих языков. В этом состоит сущность проблемы «общего кода».

Язык ЛПП  $V_1$  включает три компонента: термины предметной области, извлеченные из литературы по специальности; общенаучную терминологию; бытового разговорного языка.  $V_2$  состоит из принятой в предметной области специальной терминологии; общенаучной терминологии; бытового языка; созданных экспертом за время работы неологизмов.

Предположив, что общенаучный и бытовой языки у ЛПП и эксперта примерно совпадают, можно определить, что партнерам для успешного взаимодействия нужен некоторый общий язык или код, который будет состоять из потоков бытового языка; общенаучных терминов; специальных литературных терминов ЛПП и специальной терминологии эксперта. Затем этот общий код трансформируется в понятийную сеть, которую можно рассматривать как прообраз поля знаний предметной области.

Опираясь на мнение большинства специалистов в области искусственного интеллекта и когнитивной психологии, можно констатировать, что главной особенностью естественного интеллекта и, в частности, памяти, является связанность в некоторую сеть всех понятий. Это определяет необходимость для разработки базы знаний «энциклопедии», в которой в словарных статьях объяснены термины и представлены ссылки на другие понятия. Выявить иерархию понятий возможно только при тщательной работе аналитика и эксперта.

В основу концептуального анализа структуры знаний любой предметной области может быть положена глобальная схема – иерархия абстракций. В понятийной структуре, формируемой экспертом, необходимо построить иерархию понятий – лингвистический эквивалент иерархии. Эта иерархическая структура на стадии концептуализации превращается в пирамиду знаний.

Эксперт при составлении структуры понятий и словаря должен обладать богатым словарным запасом, лингвистическим «чутьем», умением манипулировать терминами. Полнота базы знаний зависит от богатства и выразительности общего кода.

Гносеологический аспект связан с теорией познания или теорией отражения действительности в сознании человека. Познание направлено на формирование в сознании человека представления об окружающем мире. Инженерия знаний как наука дважды гносеологична. Первоначально в сознании ЛПП отражается действительность, впоследствии его деятельность и опыт трактуются сознанием эксперта, что становится основой для построения поля знаний экспертной системы.

Эксперта в процессе извлечения знаний интересует компонент  $Z$ , связанный с неканоническими личными знаниями ЛПП. Предметные области с таким типом знаний называют эмпирическими, в них накоплен большой объем наблюдений и фактов. Они считаются наиболее восприимчивыми к внедрению экспертных систем. Теоретическое обобщение полученной информации – вопрос будущего. Из системы знаний ЛПП  $Z_1$  эксперт извлекает только фрагмент  $Z_1'$ , при этом структура  $Z_1'$  должна соответствовать  $Z_1$ .  $Z_1'$  как можно более полно отражать  $Z_1$ .

Создание новых понятий и теорий сопровождает процесс познания. Генерация знаний позволяет эксперту осознать ряд соотношений и закономерностей предметной области. В этом ему может помочь ЛПП и инструментарий системной методологии. Необходимо уметь видеть за частным общее строить цепочки: факт→обобщенный факт→эмпирический закон→теоретический закон.

Эксперт необязательно выполнит все этапы этой цепочки, результативным оказывается даже стремление к этому. Предлагаемый подход соответствует структуре научного знания, в котором выделяется два уровня: эмпирический (наблюдения);

теоретический (законы). Но теорию необходимо рассматривать не только как стройную систему обобщения научного знания, но и как способ получения новых знаний. Можно выделить основные методологические критерии научности: внутренняя согласованность и непротиворечивость; системность; объективность; историзм.

При поверхностном взгляде критерий внутренней согласованности в эмпирических областях не применим, так как имеет место несогласованность фактов между собой, противоречивость определений и т.д. ЛПР должен учитывать противоречивость, модальность и неполноту эмпирического знания и уметь преодолевать недостатки эмпирики.

Возможность существования знания в различных категориях определяет модальность знания. Одни закономерности обязательны, другие возможны и т.д. Различают оттенки модальности, например: ЛПР считает, что ...; ЛПР думает, что ...; ЛПР знает, что.

Как следствие из основных законов диалектики можно рассматривать возможную противоречивость эмпирического знания. Эти противоречия не всегда разрешаются в поле знаний, они часто служат исходной точкой в рассуждениях ЛПР. Невозможность полного описания предметной области связана с неполнотой знаний. Задача аналитика заключается в ее ограничении определенными рамками, что достигается либо сужением границы предметной области, либо упрощением проблемы путем введения ограничений и допущений.

Системно-структурный подход к познанию ориентирует аналитика рассматривать предметную область с точки зрения закономерности системы в целом и взаимодействия составляющих частей. Организация объекта представляется многоуровневой и иерархической, когда процессы и явления рассматриваются как множество более мелких подмножеств (признаков, деталей) или как элементы более высоких классов обобщений.

Познание субъективно, на него влияют особенности познающего субъекта. Более корректно говорить не об объективности знания, а о глубине понимания. Осмысление проблемы – важнейшая составляющая работы аналитика, сложный и неоднозначный процесс, происходящий в сознании человека и требующий мобилизации всех его интеллектуальных и эмоциональных способностей. Имеются подтверждения, что люди большую часть времени тратят на понимание проблемы, а не на ее решение [3].

Историзм как критерий научности связан с развитием. Познание настоящего основано на понимании породившего его прошлого. Большая часть ЭС дает срез знаний в статике. Однако аналитик должен учитывать временные изменения процессов, связывать их с прошлым и будущим. Структура поля знаний и база знаний должны позволять в процессе разработки и эксплуатации ЭС проводить их подстройку и коррекцию.

Опираясь на основные критерии научности познания, представим методологическую структуру познания как последовательность этапов (рис. 2), которые изучим с точки зрения деятельности аналитика.

Описание и обобщение фактов можно охарактеризовать как «сухой остаток» бесед аналитика с экспертом. Продуктивность первого этапа познания зависит от тщательности и полноты ведения протоколов при извлечении знаний, результативности их обработки. Достаточно трудно на практике придерживаться описанных выше принципов объективности и системности. Обычно на этом этапе происходит просто сбор фактов и их накопление, однако опытный специалист сразу пытается «разложить факты по полочкам», что впоследствии облегчает процесс концептуализации.

Связи, установленные экспертом, не всегда отображаются в явном виде, задача инженера выявить логику умозаключений эксперта. Восстанавливая ход рассуждений эксперта, инженер по знаниям может использовать, например, логическую и ассоциативную теории мышления. Логическая теория нашла широкое применение в работах по искусственному интеллекту, ассоциативная менее популярна.

Традиционная логика формирует критерии, на основании которых определяется точность, непротиворечивость, достоверность общих понятий, суждений и выводов. Инженер по знаниям сам применяет операции традиционной логики и выявляет

их в рассуждениях эксперта. Однако при построении стройной логической теории необходимо учитывать, что человек не мыслит категориями математической логики.

Мышление как цепочку идей, объединенных общими понятиями, представляет теория ассоциаций. Ассоциации, приобретенные на основе различных связей, являются основными операциями такого мышления.

Специализированный язык необходим для построения модели, которая отражает представление субъекта о предметной области. С помощью него можно конструировать и описывать идеализированные модели мира, появляющиеся в ходе мышления. Создание языка осуществляется постепенно с использованием категориального аппарата, применяемого в данной предметной области, формально-знаковых средств математики и логики. Эмпирические предметные области пока не имеют такого языка. Первым шагом к его созданию может быть поле знаний, описанное аналитиком полуформализованным способом.

Любое отражение при познании содержит условность, то есть упрощение и идеализацию. Гносеологические приемы, а именно: идеализация, огрубление, абстрагирование – позволяют адекватно воспроизводить в модели реальную картину мира, не учитывая при этом несущественные детали.

Завершающим этапом структуры познания и частично критерием истинности знания является объяснение и предсказание моделей. На основании полной и объективной системы знаний эксперта можно прогнозировать и объяснять любые явления из данной предметной области. Модульность (несвязанность) и фрагментарность компонентов базы знаний ЭС ограничивает создание действительно интеллектуальных систем, которые осуществляли бы предсказание новых закономерностей и могли объяснять случаи, не рассмотренные в базе в явном виде. Как исключение можно выделить обучающиеся системы, направленные на производство новых знаний и «предсказание».

При проведении боевых действий подразделениями актуально применение систем поддержки принятия управленческих решений. Построение таких систем должно осуществляться с учетом выявленных закономерностей и учитывать решающую роль человеческого фактора.

### **Литература**

1. Алексеева М.Б., Балан С.Н. Основы теории систем и системного анализа: учеб. пособие. СПб.: СПбГИЭУ, 2002. 88 с.
2. Королева Л.А., Веригин А.Н. Организация как объект исследования: монография / под общ. ред. Э.Н. Чижикова; науч. ред. А.Н. Веригин. СПб.: С.-Петерб. ун-т ГПС МЧС России, 2016. 396 с.
3. Гаврилова Т.А. Извлечение и структурирование знаний для экспертных систем. М.: Радио и связь, 1992. 199 с.
4. Дворянкин А.М., Сипливая М.Б., Жукова И.Г. Искусственный интеллект. Моделирование рассуждений и формальные системы: учеб. пособие. Волгоград: Политехник, 2003. 140 с.
5. Автоматическая обработка текстов на естественном языке и компьютерная лингвистика: учеб. пособие / Е.И. Большакова [и др.]. М.: МИЭМ, 2011. 272 с.

### **References**

1. Alekseeva M.B., Balan S.N. Foundations of the theory of systems and systems analysis: proc. allowance. SPb.: SPbGIEU, 2002. 88 p.
2. Koroleva L.A., Verigin A.N. Organization as an object of research: monograph / under general. Ed. E.N. Chizhikov; sci. Ed. A.N. Verigin. SPb.: S.-Petersb. un-t GPS MHS Russia, 2016. 396 p.
3. Gavrilova T.A. Extraction and structuring of knowledge for expert systems. M.: Radio and Communication, 1992. 199 p.

4. Dvoryankin A.M., Siplivaya M.B., Zhukova I.G. Artificial Intelligence. Modeling reasoning and formal systems: proc. allowance. Volgograd: Polytechnic, 2003. 140 p.
5. Automatic processing of texts in natural language and computer linguistics: textbook. allowance / E.I. Bolshakova [etc.]. M.: MIEM, 2011. 272 p.