

## Формирование специальных знаний — основа изобретательского поиска

**А. В. Гулай,**  
кандидат технических наук доцент,  
**В. А. Гулай,**  
старший преподаватель;  
Белорусский национальный  
технический университет

*Середина XX в. специалистами по истории науки и техники характеризуется как начало нового периода в развитии науки вообще и технических наук в частности [1]. Одной из его особенностей является интеграция естественно-научного и технического знания. В это время развиваются новые научно-технические направления: информатика, кибернетика, микроэлектроника, космонавтика и др. В последние десятилетия происходит постоянное и повсеместное применение научных знаний в технической практике. Этот переход к научной технике представляет собой взаимосвязанную модификацию науки и техники: «сциентизация техники» сопровождается «технизацией науки». Единство науки и техники создает огромный положительный эффект: наука становится главным источником новых видов техники и технологий.*

Эволюция связей науки и техники, изменение технико-экономической ситуации неизбежно вызывают необходимость трансформирования технологии изобретательства, в частности ее основного компонента – изобретательского поиска. Требуются новые методы поиска изобретательских решений, учет влияния научного знания на изобретательские технологии. Особенность современного этапа технологического и экономического развития заключается в том, что в изобретательском деле важна не только индустрия изобретений низших творческих уровней, но и актуален «штучный» поиск изобретений самого высокого уровня, обеспечивающего качественное изменение техники. Такой поиск возможен в объеме проводимых научных исследований (создание научных изобретений) или на основе формирования специальных знаний (получение технологических изобретений) [2].

В статье представлен анализ методов формирования знаний в изобретательском поиске, показаны особенности реализации коммуникативных способов, а также приемов текстологического анализа при извлечении знаний. Особое внимание уделяется активным методам извлечения знаний, основанным на интеллектуальном взаимодействии. Рассмотрены характерные свойства специальных знаний, форми-

руемых в изобретательских технологиях. Предложен алгоритм поиска изобретательских решений на основе формирования необходимого объема специальных знаний, проанализирована роль интуиции в реализации данного алгоритма.

### **Технологии формирования объема специальных знаний**

Вопрос о поисковых технологиях достаточно полно рассматривается в инженерии знаний, при извлечении разработчиком (изобретателем) знаний эксперта (специалиста в определенной области) в процессе создания базы знаний интеллектуальной (экспертной) системы [3]. На рис. 1 приведена схема классификации методов извлечения знаний, необходимых для создания изобретения, на которой показаны наиболее употребительные поисковые технологии. Из анализа предлагаемой классификации вытекает, что основной принцип деления методов поиска связан с источником знаний. Коммуникативные методы извлечения специальных знаний охватывают процедуры контактов изобретателя с непосредственным носителем знаний – специалистом-профессионалом, а текстологические включают способы получения знаний путем анализа технических документов (методик, пособий, руководств), учебной и научной литературы.

При анализе поисковых методов без обратной связи имеется в виду, что ведущая роль в процедуре извлечения знаний фактически передается специалисту, а изобретатель наблюдает и протоколирует его рассуждения во время работы или фиксирует то, что специалист считает нужным сообщить самостоятельно. При реализации методов, основанных на интеллектуальном взаимодействии, инициатива находится в руках изобретателя, который использует различные способы контактирования со специалистом: готовит сценарий, режиссирует сеансы извлечения знаний. Методы извлечения знаний указанных групп могут использоваться параллельно или комбинироваться в различных вариантах.

Основная задача изобретателя в ситуации поиска – четко анализировать поток сознания специалиста и выявлять в нем значимые фрагменты знаний. Если имеется группа специалистов, целесообразно помимо индивидуальных контактов с каждым применять методы групповых обсуждений предметной области. Такой подход позволяет активизировать мышление участников дискуссии и выявить весьма нетривиальные аспекты их знаний. В свою очередь индивидуальные методы учитывают, что такая процедура, как отъем знаний, является весьма деликатной и требует создания соответствующей обстановки.

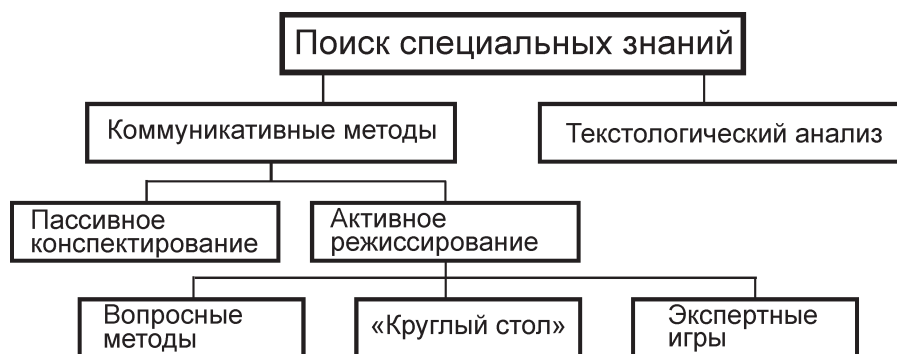


Рис. 1. Методы формирования объема специальных знаний в изобретательском поиске

На выбор метода извлечения знаний влияют также личностные особенности участников процедуры и характеристика анализируемой предметной области. Одна из возможных классификаций специалистов позволяет разделить участников процедуры поиска знаний на три типа:

- мыслители (познавательный тип) – расположены к интеллектуальной деятельности, теоретическим обобщениям;
- собеседники (коммуникативный тип) – общительные, открытые люди, готовые к сотрудничеству;
- прагматики (практический тип) – ориентированы на результативность работы, получение пользы от своих действий.

Для характеристики предметных областей используется их классификация по степени документированности и критерию структурированности. Уровень документированности связан с соотношением двух видов знания: экспертного, личного знания, которым обладает специалист, и материализованного в книгах и документах общего знания в данной конкретной области. Степень структурированности знаний зависит от соотношения следующих факторов: на одном полюсе – устоявшаяся терминология, четкая аксиоматизация, математическое моделирование; на другом – размытые определения, скрытые взаимосвязи, разрозненные сведения.

Согласно представленной классификации к группе пассивных методов относятся наблюдения за работой, протокол «мыслей вслух», специальная лекция. Общим достоинством данных методов является отсутствие влияния субъективной позиции разработчика на ситуацию извлечения знаний, что обеспечивается требованием невмешательства в работу эксперта (метод наблюдения), возможностью самовыражения для специалиста («мысли вслух», лекция). Недостаток данной группы методов заключается в отсутствии обратной связи (метод наблюдения, «мысли вслух») или наличии очень слабой обратной связи (специальная лекция) в цепи «разработчик – эксперт».

Существует две разновидности проведения наблюдений: за реальным процессом и за имитацией процесса. Наблюдение за реальным процессом по-

зволяет глубже понять предметную область, отметить все внешние особенности принятия решения. Наблюдение за имитацией процесса организуется специально для разработчика или проводится в том случае, когда наблюдения за реальным процессом по каким-либо причинам невозможны (например, по условиям соблюдения профессиональной тайны). При имитации процесса эксперт более раскован, чем при демонстрации профессиональной деятельности, однако это может повлиять на результат – решение может отличаться от настоящего. Обычно метод наблюдений применяется в совокупности с другими, например, активными способами получения знаний.

В случае протоколирования «мыслей вслух» (метод «вербального отчета») эксперт в процессе профессиональной деятельности объясняет, как то или иное решение было найдено, комментирует всю цепочку своих рассуждений. Основной трудностью в практической реализации данного метода является принципиальная сложность для любого человека объяснить, как он думает. Дело в том, что часть знаний, хранящихся в невербальной форме (например, различные процедурные знания), вообще слабо коррелирует с их словесным представлением. Как правило, «вербальный отчет» дополняется активным методом для реализации обратной связи между интерпретацией увиденного разработчиком и представлениями эксперта.

Когда речь идет о таком методе передачи знаний, как специальная лекция, обращается внимание в первую очередь на способность разработчика эффективно распорядиться предоставленной возможностью получать и усваивать предлагаемые специальные знания. Метод извлечения знаний в форме лекций используется в начале разработки как процедура быстрого погружения разработчика в проблемы предметной области. Одно из основных его правил при использовании – необходимость слушать одновременно и лектора, и самого себя: параллельно с мыслями лектора возникают собственные идеи и решения. Достоинство данного метода заключается в структурированности изложения материала, а недостаток – в «зашумленности» его деталями.

Высокой эффективностью обладают активные методы извлечения знаний, основанные на интеллектуальном взаимодействии, в той или иной степени к ним прибегают при реализации любого инновационного проекта. Понятие «интеллектуальное взаимодействие» в контексте нашего исследования можно определить следующим образом: это обмен знаниями между взаимодействующими участниками, включающий обязательную последующую их обработку (в том числе анализ и синтез) [5]. Учитывая достаточно высокий уровень современного развития средств телекоммуникации, интеллектуальное взаимодействие может быть организовано как в традиционной форме (стратегическая сессия, творческая встреча, «круглый стол»), так и в электронной (в виде электронного форума, видеоконференции).

К основным активным методам можно отнести так называемые вопросные методы – анкетирование и интервью, свободный диалог и «круглый стол», экспертные игры, в том числе деловые. Основные достоинства данных методов – возможность уточнения и разрешения противоречий (интервью, свободный диалог), изменения сценария и формы сеанса (свободный диалог, деловая игра), одновременное получение знаний от нескольких экспертов (анкетирование, «круглый стол», деловая игра).

При реализации методов анкетирования и интервью учитываются язык вопросов (терминология), их порядок (последовательность) и уместность (этика). Вопросы делят на открытые и закрытые, личные и безличные, прямые и косвенные, вербальные или с использованием наглядного материала. Использование, кроме основных вопросов, еще и зондирующих, а также контрольных (деление вопросов по их функции) связано с необходимостью уточнения нюансов анализируемой проблемы. Кроме того, вопросы могут иметь нейтральный характер, но могут быть и наводящими.

Свободный диалог (беседа с одним специалистом) и «круглый стол» (участвуют несколько экспертов) не имеют жестко регламентированного плана и перечня вопросов. Процедура «круглый стол» имеет специфику, связанную с поведением человека в группе: проявляется «эффект фасада» – желание произвести благоприятное впечатление на других участников. В данном случае в процессе поиска ставится задача проанализировать, исследовать спорные гипотезы предметной области с разных точек зрения. В связи с этим к участию в данной процедуре приглашаются представители разных научных направлений, что уменьшает вероятность получения односторонних знаний.

Экспертные игры, имеющие целью извлечение знаний, включают деловые, диагностические и компьютерные игры. В данном случае понимается эксперимент, в ходе которого его участникам предлагается имитация реальной ситуации, а они в процессе

игры на основе своего жизненного опыта, своих общих и специальных знаний и представлений принимают решения. Для получения новых знаний полезен анализ прохождения экспертной игры и принимаемых при этом решений. Достоинство данного метода извлечения знаний – возможность сравнительно быстро получить качественную картину принятия решения, недостаток – сложность создания и реализации сценария игры для конкретной предметной области.

Реализация каждой рассмотренной процедуры извлечения знаний требует предварительной профессиональной и психологической подготовки разработчика. Данный этап работы предполагает овладение теорией и навыками проведения сеанса извлечения знаний, изучение предметной области по специальной литературе, ознакомление с методами когнитивной психологии и теории общения. В такой же степени важны последующая расшифровка данных, полученных при проведении сеанса извлечения знаний, а также анализ результатов проведения поисковой процедуры.

Группа текстологических методов объединяет способы, основанные на изучении специальных текстов из учебной литературы и научных источников, включает анализ технических документов. Эти методы различаются по степени концентрированности специальных знаний, по соотношению специальных и фоновых знаний. Например, в учебной литературе логика изложения материала обычно соответствует логике предмета. Для технических документов, в частности экспериментальных методик и технологических инструкций, характерны сжатость изложения и отсутствие комментариев к тексту (фоновых знаний). Основными компонентами научного текста являются первичный материал наблюдений и система научных понятий в момент создания текста. Помимо объективных данных, составляющими научного текста называют субъективные взгляды автора, результаты его личного опыта.

#### **Использование специальных знаний в изобретательском поиске**

Наиболее продуктивной технологией поиска специальных знаний для формирования инновационного продукта можно считать интеллектуальное взаимодействие. Вышеуказанным формам организации интеллектуального взаимодействия свойственно наличие содержательного наполнения (контента), специфического тезауруса и системы управления контентом. Интеллектуальное взаимодействие при этом может интерпретироваться как динамическая система с множеством траекторий поиска знаний. Управление интеллектуальным взаимодействием можно определить как выделение среди множества возможных траекторий подмножества допустимых траекторий, т. е. тех траекторий движения знаний участников процедуры, которые гарантированно приводят к положительному результату. Конструкция

такого подмножества определяется путем задания принципов его формирования, установления правил построения допустимых траекторий с последующей оптимизацией выявленных траекторий по заданным критериям.

Основу интеллектуального взаимодействия составляет его контент (содержание), который может быть определен как уже имеющиеся, переработанные, усвоенные, накопленные и новые знания, подвергающиеся последующей верификации. Комплексной и достаточно сложной задачей в процессе создания контента является информатизация интеллектуального взаимодействия; одна из основных составляющих решения данной задачи заключается в обеспечении процесса поиска знаний аппаратными и программными средствами. В качестве аппаратно-программного обеспечения используются интеллектуальные системы управления базами данных, поддержки принятия решений, управления знаниями, которые успешно применяются для решения конкретных задач в области создания, накопления, хранения и обработки знаний.

Говоря о контенте интеллектуального взаимодействия, особенно при поиске знаний в объеме функционирования интеллектуального человеко-машинного комплекса, специалисты, как правило, рассматривают характерные особенности контента и его отличия от информации. В предметной области интеллектуальных информационных систем особенностью контента считается его структурированность и пригодность к стандартизации. Иных взглядов на этот вопрос придерживаются специалисты по психологии мышления, изучающие механизмы мыслительной деятельности человека, в том числе в процессе функционирования человеко-машинных комплексов. В эпистемологии интеллектуальных систем поиска знаний существует иное представление об отличительных особенностях таких категорий, как «информация» и «знания». Характерными особенностями знаний, формируемых в изобретательском поиске, являются:

- специфичность – знания предназначены для особого случая – создания нового технического решения на уровне изобретения;
- конкретность – их поиск направлен исключительно на формирование существенных признаков разрабатываемого технического объекта;

- синергетичность – способность к самовозрастанию в процессе поиска, взаимодействию со всей системой знаний в целом и формированию согласованного ансамбля взаимосвязанных знаний;

- динамичность – способность знаний к оперативным видоизменениям, переформированиям с целью оптимизации их окончательного объема и конкретного смысла;

- интегративность – возможность объединяться в единый комплекс логически связанных кластеров знаний, который и представляет собой создаваемый объект;

- целостность – описание объекта во всей полноте свойств, необходимых для признания его изобретением и достаточных для его практической реализации.

Использование полученных знаний производится в соответствии с алгоритмом поиска изобретательского решения (рис. 2). Поиск конкретного инновационного решения начинается с анализа замысла, идеи и того положительного эффекта, достижение которого необходимо в результате создания изобретения. Ожидаемым положительным эффектом может быть, например: при разработке устройства – «реализуемая функция»; при создании способа – «результат воздействия»; в случае разработки вещества – «уровень свойств».

Затем в соответствии с поставленной задачей по достижению положительного эффекта проводится формирование объема специальных знаний в определенной предметной области, научно-техническом направлении. Результаты поиска знаний, их анализа и осмысления, а затем творческого применения представляют собой конкретные технические решения: для устройства – его «структура»; для способа – это «операциональность»; для вещества – его «состав». Данные находки примеряются к требуемому положительному результату, который должен быть достигнут в процессе проектирования, и принимаются, если приводят к приемлемому решению. Если таких находок, формирующих окончательный вариант нового технического объекта, набирается достаточное количество, они в виде объединения существенных признаков входят в изобретательское решение.

При необходимости выбирается прототип создаваемого технического решения как объект, наиболее

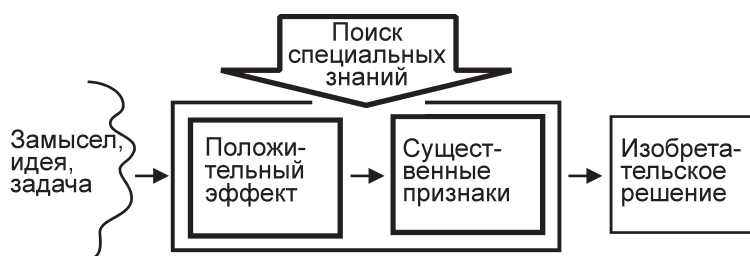


Рис. 2. Алгоритм поиска изобретательских решений на основе специальных знаний



близкий по технической сущности к разработанному устройству, способу или веществу. Необходимость в прототипе возникает, скорее всего, в том случае, если в историческом развитии объекта того же назначения прослеживается наличие аналогичных решений. При этом требуется выполнить сравнительный анализ известного и разработанного объектов с целью доказательства новизны и оригинальности изобретения. Необходимость в определении прототипа может не появиться, если изобретение несет в себе только новые существенные признаки. В соответствии с предлагаемым алгоритмом изначально стоит задача не трансформировать объект-прототип, чтобы получить новый результат, а, создав новое техническое решение, подобрать для него прототип, если это необходимо. Поиски прототипа производятся после того, как объект создан, под те существенные признаки, которые выделены изобретателем, при этом путем сравнения с прототипом уточняется объем отличительных признаков.

Еще одна важная особенность предлагаемого алгоритма поиска изобретательских решений – значительно меньшая подверженность мыслительных процессов влиянию стереотипов. При реализации известной методики, основанной, например, на анализе выданных патентов на изобретения, существует опасность, что именно анализ множества запатентованных технических решений формирует стереотипы, которые становятся препятствием на пути создания нового объекта. Ведь привычные информационные схемы сковывают изобретательскую мысль, блокируют пути, ведущие к принципиально новым решениям; в этих условиях особенно сильно дают о себе знать стереотипность и предвзятость.

Дело в том, что информация, недостающая для формирования целостного представления об изобретаемом объекте, восполняется в первую очередь с помощью стереотипов, содержащихся в сознании изобретателя. При этом восприятие нового изобретателем предопределяется стереотипами, для которых характерны устойчивость и сопротивляемость изменениям. Поиск поступающих сообщений оказывается под влиянием закрепившихся в сознании изобретателя образов, а следовательно, представления об изучаемом объекте будут строиться на основе информации, существенной составляющей которой становятся стереотипы, мешающие созданию новых технических решений.

Направленный, логический поиск знаний в изобретательской технологии вовсе не исключает интуицию, напротив, упорядочение мышления создает благоприятные условия для ее проявления. Особенность интуитивного мышления в данном случае заключается не только в феномене инсайта при формировании отдельных существенных признаков, но прежде всего в появлении уверенности изобретателя, что созданное целостное техническое решение отвечает основным критериям изобретения. Проявление

в данном случае интуиции, которую мы называем «интуицией-обобщением» [6; 7], – это синтез суждений о доказательной убедительности установленных фактов и собранных сведений, о достаточности оснований для принятия определенной идеи и воплощения ее в конкретном техническом объекте. Поиск знаний, сформировавший интуитивное представление о функциональной завершенности изобретательского решения, его оригинальности, новизны и полезности, фактически заменяет патентную проверку данного решения силами изобретателя на соответствие указанным критериям. Такая патентная проверка изобретателем, чаще всего не подготовленным для ее проведения, бывает достаточно трудоемкой и длительной.

Новая постановка вопроса об изобретательском алгоритме, основанном на процедурах формирования специальных знаний, наиболее близка тем изначальным принципам творческого поиска, которые разрабатываются со второй половины XIX в. «Ставится проблема, решение которой нам нужно изобрести. Мы знаем, каким условиям должна удовлетворять искомая идея; но мы не знаем, какой ряд идей приведет нас к ней. Другими словами, мы знаем, чем должен закончиться наш мысленный ряд, но не знаем, с чего он должен начинаться» [8]. Путем формирования необходимого объема специальных знаний как раз и предлагается производить поиск начала изобретательского процесса. Начало решения сложной инновационной технической задачи можно найти, без сомнения, только в научном поле, среди научного знания.

#### Список литературы

1. *Поликарпов, В. С.* История науки и техники / В. С. Поликарпов. – Ростов н/Д.: Феникс, 1999. – 352 с.
2. *Гулай, А. В.* Проблема алгоритмизации изобретательского поиска / А. В. Гулай // Интеллектуальная собственность в Беларуси. – 2014. – № 2. – С. 16–21.
3. *Гаврилова, Т. А.* Базы знаний интеллектуальных систем / Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский. – СПб.: Питер, 2000. – 384 с.
4. *Альтшуллер, Г. С.* Алгоритм изобретения / Г. С. Альтшуллер. – М.: Моск. рабочий, 1973. – 296 с.
5. *Рабинович, П. Д.* Интеллектуальное взаимодействие в распределенной информационной среде / П. Д. Рабинович // Известия вузов. Приборостроение. – 2009. – Т. 52, № 10. – С. 80–82.
6. *Гулай, А. В.* Интуиция как составляющая процесса поиска знаний / А. В. Гулай, А. И. Тесля // Вестн. Полоцк. гос. ун-та. Сер. Е. Пед. науки. – 2013. – № 7. – С. 80–88.
7. *Гулай, А. В.* Интуиция в многомерном процессе поиска знаний / А. В. Гулай, А. И. Тесля // Материалы IX Междунар. науч.-практ. конф. «Ключевые проблемы современной науки – 2013». Т. 17. Философия. – 17–25 апр. 2013. – София, Болгария. – С. 36–43.
8. *Кэмпбелл, Д. Т.* Эволюционная эпистемология / Д. Т. Кэмпбелл // Эволюционная эпистемология и логика социальных наук. – М.: Эдиториал УРСС, 2000. – С. 92–146.