

# Некоторые подходы к представлению действительности для решения задач обучения специалистов в современной образовательной среде

*Рассматриваются особенности современной образовательной среды для подготовки специалистов в области авиакосмической робототехники. Выделены требования к обучению современных специалистов. Представлены подходы к описанию предметных областей бортовых интеллектуальных систем. Показаны варианты реализации этих подходов в архитектуре интеллектуальной системы, демо-примере системы планирования.*

**Ключевые слова:** образовательная среда, интеллектуальная обучающая система, база знаний, интеллектуальные технологии, сеть Петри, когнитивные карты, формирование планов обучения.

## SOME APPROACHES TO THE REPRESENTATION OF REALITY FOR SOLVING PROBLEMS OF SPECIALISTS' EDUCATION IN MODERN EDUCATIONAL ENVIRONMENT

*Article represents the features of modern educational environment for training specialists in the field of aerospace robotics. Training requirements of modern specialists are pointed. Approaches to the description of the subject areas of onboard intelligent systems are demonstrated. Implementation variations of these approaches are shown in the architecture of an intelligent system and in the demo example of planning system.*

**Keywords:** educational environment, an intelligent tutoring system, knowledge base, intellectual technologies, Petri net, cognitive maps, the formation of education plans.

### Введение

Современный мир ускоряет свое развитие во всех сферах человеческой деятельности. Появляются новые области знаний в науке, развивается промышленное производство, разрабатываются и используются новые информационные технологии в области авиации и космонавтики, автономных бортовых систем и т.д. Мир стал многограннее, динамичнее и это является одной из главных причин изменения и постоянного совершенствования образования современных специалистов. 25 июня 2014 года на заседании Совета по науке и образованию президент

России Владимир Путин поручил ученым определить потребность российских промышленных предприятий в специалистах в среднесрочной и долгосрочной перспективе. Президент уверен, что в список попадут специальности в таких областях, как робототехника, биотехнологии, инжиниринг и дизайн, превентивная и персональная медицина [2]. Несомненно, важное место отводится и авиакосмической робототехнике.

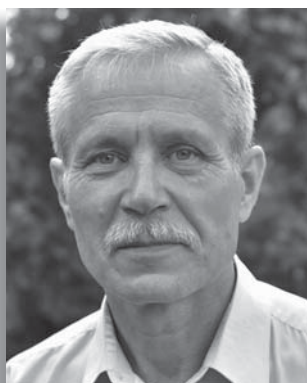
Для решения задач современного образования стали широко применяться электронные обучающие системы на основе передовых технологий – интеллектуальные обучающие системы (ИОС). Такие

системы нацелены на диагностику поведения обучающегося, формирование на основе его модели рекомендаций для исправления выявленных ошибок. При разработке первых ИОС использовались представляемые знания из предметной области. В последнее десятилетие требования к образованию – передовые страны проводят новую образовательную политику, опирающуюся на «инженерный подход», связанный с индивидуализацией процесса обучения. Считавшееся неоспоримым достоинством институтов высшего образования – постоянная, устойчивая структура, мало зависящая от внешнего мира, – те-



**Светлана Викторовна Зенкина,**  
д.п.н., профессор кафедры  
«Информационно-коммуникационных  
технологий», ГБОУ ВПО МО  
«Академия социального управления»,  
Эл. почта: svetlana\_zenkina@mail.ru  
www.asou-mo.ru/

**Svetlana V. Zenkina,**  
Doctorate of Pedagogics, Professor,  
Department of Information and  
Communication Technologies, Academy  
of Public Administration  
E-mail: svetlana\_zenkina@mail.ru  
www.asou-mo.ru/



**Василий Михайлович Трембач,**  
к.т.н., профессор кафедры  
«Прикладная информатика  
в экономике», Московский  
государственный университет  
экономики, статистики и  
информатики (МЭСИ)  
Тел.: 8 (495) 442-8098  
Эл. почта: trembach@yandex.ru  
www.mesi.ru

**Vasilij M. Trembach,**  
PhD in Technical Science, Professor,  
Department of Applied Informatics in  
Economics, Moscow State University of  
Economics, Statistics and Informatics  
(MESI)  
Тел.: 8 (495) 442-80-98  
E-mail: trembach@yandex.ru  
www.mesi.ru

перь часто оборачивается недостатком. Жесткая, детерминированная, инерционная организация не позволяет своевременно отслеживать конъюнктуру рынка и удовлетворять все возрастающие требования заказчиков образовательных услуг [3]. Все это привело к необходимости привлекать имеющиеся и разрабатывать новые подходы в области искусственного интеллекта (ИИ), выделять новые особенности образовательного процесса [1]. Решению этой задачи посвящены работы многих специалистов в области информационных технологий и информатизации образования [3, 4, 13, 14, 15, 16, 23].

В статье рассмотрены особенности современной образовательной среды и требования к обучению современных специалистов для работы в области высоких технологий. Предложены некоторые подходы к представлению действительности в базах знаний автономных бортовых систем и реализация этих подходов в архитектуре ИОС.

### 1. Особенности современной образовательной среды для подготовки специалистов

Динамика развития экономической, общественной, политической жизни, проблемы техногенного, экологического, климатического характера, возросший уровень науки, техники и технологий – все эти факторы откладывают свой отпечаток на российскую систему образования. Традиционная модель образования перестает удовлетворять требованиям к подготовке современного специалиста, способного эффективно осваивать предметные и метапредметные знания, умения, формировать собственную гражданскую позицию и критическое мышление, образ мира и ценностно-смысловые основания личного выбора.

Другими словами, прежняя система образования, многие десятилетия успешно готовившая для страны высококвалифицированные кадры, сегодня уже в значительной мере не способна обеспечить до-

стижение новых образовательных результатов в рамках традиционно построенного содержания образования и традиционного образовательного процесса.

Чтобы добиться образовательных результатов, отвечающих новым запросам общества, нужны новые средства и построенные на их основе новые технологии обучения. Необходимым потенциалом в значительной мере обладают средства обучения и технологии на основе ИКТ (информационно-коммуникационных технологий), т.к. именно они смогут обеспечить индивидуализацию обучения, адаптивность к способностям, возможностям и интересам обучаемых, развитие их самостоятельности и творческих способностей, доступ к новым источникам учебной информации, использование информационного моделирования изучаемых процессов и объектов и т.д. Фактически речь идет о создании новой среды обучения на основе средств информационных технологий, направленной на самостоятельную учебную деятельность, развитие творческих способностей и личности обучаемых.

Образовательная среда, в широком смысле, включает множество компонентов, основными из которых можно выделить: образовательную среду учебного заведения, включающую коллектив преподавателей, используемый контент, технологии обучения, традиции и т.д.; работодателей, формирующих требования к специалистам на основе потребностей производства, доступных технологий, решаемых в стране задач; страну обучения; мотивационные факторы и некоторые другие. В сфере образования используется понятие информационно-коммуникационной образовательной среды (ИКОС) под которой понимается совокупность субъектов (преподаватель, обучаемые) и объектов (содержание, средства обучения и учебных коммуникаций, прежде всего, на базе ИКТ и т.д.) образовательного процесса, обеспечивающих эффективную реализацию современных образо-

вательных технологий, ориентированных на повышение качества образовательных результатов и выступающих как средство построения личностно-ориентированной педагогической системы. Состав и взаимосвязь компонентов информационно-коммуникационной образовательной среды должны иметь гибкую структуру и функционал, адаптирующиеся к особенностям конкретного контента среды, потребностям и способностям обучаемых [4, 5].

Данная трактовка позволяет сформировать требования к подготовке специалистов и это будет сделано ниже. Для выявления факторов, условий, происходящих перемен, оказывающих влияние на подготовку современных специалистов, необходимо рассматривать образовательную среду в широком смысле этого понятия. Это обусловлено взаимозависимостью всех сторон жизни современного человека.

Следует отметить, что в больших организациях, корпорациях накапливаются большие объемы информации. Например, в производственной деятельности этот рост обусловлен увеличением объемов, усложнением выпускаемой продукции, используемых материалов, технологического оборудования, расширением внешних и внутренних связей экономических объектов и т.д. В области коммерции рост объемов обрабатываемой информации связан с возрастанием конкуренции и проникновением на российский рынок иностранных поставщиков. Для решения проблемы больших объемов информации, в конце прошлого столетия, возник термин «управление знаниями», под которым понимается совокупность взаимосвязанных процессов, обеспечивающих создание, распространение, обработку и использование имеющихся сведений на всех этапах жизненного цикла организации. В настоящее время процесс управления знаниями внедряется в большинстве крупных организаций.

Подводя итог рассмотрению особенностей развития современного мира, следует подчеркнуть

огромную роль информационных технологий, которую они играют во всех сферах современной жизни. В экономике их применение дает положительный экономический эффект и положительный производственный результат. В развитых странах идет переход к экономике знаний.

## 2. Требования к подготовке современных специалистов

Как и во многих областях современного общества, в системе высшего образования происходят глубокие преобразования, обусловленные рядом факторов экономического, технического, политического и духовного характера. Так переход к экономике знаний характеризуется не только ростом инвестиций в высокие технологии, но и изменением требований к современному специалисту. Стремительное развитие технологий и интенсификация информационного потока приведет к тому, что выпускник школы или вуза 2012 года уже в 2025 году будет использовать такие технологии, которые сегодня еще даже не изобретены, и для таких целей, которые еще не известны нашим современникам [12].

К числу важнейших факторов, определяющих новые требования к результатам образования, отнесены динамичное развитие экономики, рост конкуренции, сокращение сферы неквалифицированного и малоквалифицированного труда, глубокие структурные изменения в сфере занятости, определяющие потребность в повышении своей квалификации и переподготовке работников, росте их профессиональной мобильности.

Эти новые требования обуславливают изменение представлений о сущности готовности человека к выполнению профессиональных функций и социальных ролей. С точки зрения высшего профессионального образования изменение готовности к профессиональной деятельности – это прежде всего:

- Готовность и умение непрерывно учиться; «Умение учиться»

выступает одним из главных условий повышения эффективности освоения новых знаний, умений и формирования компетенций, образа мира и характера специалиста.

- Коммуникативные способности (сотрудничество, построение диалога, защита перед информационной манипуляцией, умение разрешения конфликтных ситуаций, признание свободы и отличия других людей, толерантность). Это одно из важных требований в современном многонациональном, многоукладном мире.

- Способность к логическому, аналитическому, критическому и конструктивному мышлению, принятию ответственных решений; активное участие в инновационной деятельности.

- Способность к овладению новыми технологиями деятельности в своей профессиональной сфере, значительное увеличение уровня самостоятельной деятельности и готовности к принятию решений.

- Овладение информационными и коммуникационными технологиями вообще и в своей профессиональной сфере в частности.

- Физическая подготовка и психическая выдержка, здоровье, гармонизация с окружающим миром. Данное требование позволит избежать и решать проблемы гуманитарного и экологического характера.

Быстрое изменение содержания и характера профессиональной деятельности, связанное с внедрением новых технологий требует иного уровня квалификации, основы которой закладываются в общем и профессиональном образовании. Знания, умения, способности, которые до недавнего времени традиционно считались основой той или иной профессии, сейчас уже не могут обеспечить готовность к эффективной профессиональной деятельности. Можно сказать, что компетентностный подход является следствием новой экономики и «нового подхода к человеческим ресурсам».

Указанные требования [12] к современным специалистам, фор-



мируют векторы обновления высшего профессионального образования, средства и способы достижения новых целей:

- повышение качества высшего образования за счёт перехода на уровневую систему и введения ФГОС ВПО;

- «конвертируемость» полученного образования, т.е. его мобильность и адаптивность к новым требованиям, ориентация на подготовку специалистов «завтрашнего» дня, готовых работать в условиях инновационной экономики (рынок труда нуждается в специалистах, обладающих междисциплинарными знаниями, умеющих быстро перепрофилироваться, принимать эффективные и оправданные решения в динамично меняющихся условиях, работать в поликультурных средах и т.д.);

- повышение фундаментальности и целостности высшего профессионального образования в условиях постоянного роста уровня наукоемкости технологий современного производства, его автоматизации и т.д.;

- открытость системы образования для личности, государства и общества;

- развитие современной системы непрерывного профессионального образования, увеличение доли самостоятельной работы студентов для получения запланированных результатов;

- смена идеологии образования от передачи «готовых знаний» к деятельности идеологии формирования компетенций, направленность образования на становление общекультурных ценностей и компетенций;

- ориентация образования на создание максимально благоприятных условий для саморазвития, самоопределения обучающихся, построения собственной индивидуальной образовательной траектории;

- переход от преимущественно пассивных информационных форм к активным формам и методам обучения, способствующих развитию творческих и проектных способностей обучаемых;

- внедрение новых образовательных технологий, аккумулирующих психолого-педагогические знания о закономерностях учебной деятельности и возможностях современных ИТ-технологий;

- изменение роли вузовского преподавателя (он в большей степени консультант, помощник, тьютор).

Современный специалист должен готовиться к труду с учетом особенностей, накладываемых всеми сферами современной жизни. Требования, предъявляемые современным обществом к информационной компетентности специалиста, постоянно растут. Информационная компетентность, как компонент профессиональной компетентности специалиста, может быть сформирована через непрерывность, преемственность использования умений работы в информационно-коммуникационной образовательной среде при изучении всех дисциплин.

Особое значение имеет способность будущих специалистов самостоятельно получать профессионально-значимую информацию об изучаемых объектах из различных информационных источников и использовать ее для решения разного рода проблем. Реализация этой задачи требует сформированности специфических умений и навыков системного подхода к поисковой деятельности в сфере аппаратных и программных средств информатики. Это во многом способствует формированию информационного мировоззрения, развитию системного мышления, ориентации в массе программных средств и выборе конфигурации компьютера, необходимого для решения своих задач. Одним из важных путей решения современных задач является использование информационных технологий, обеспечивающих почти мгновенное подключение к любым электронным информационным массивам, поступающим из международных, национальных и региональных информационных систем и использование их в интересах успешного

решения задач. Для правильного формирования, использования, передачи технологий необходимо их корректное описание с использованием соответствующих языков. Язык описания технологий – это одно из средств изображения интеллектуальной сущности технологии для ее анализа, сохранения и представления для имущественной принадлежности автора. Кроме описания технологий необходимо представление знаний из многих областей для успешного решения задач в авиакосмической технике и других перспективных направлениях. Вопросы представления знаний являются важными и для эффективного использования электронных систем обучения, среди которых наиболее востребованными являются интеллектуальные обучающие системы (ИОС).

### 3. Некоторые подходы к представлению действительности

В существующих ИОС преобладают методы представления знаний, ориентированные на алгоритмический подход к решению задач обучения. В работе [17] в ИОС используется интегрированный подход к представлению знаний, в основе которого находятся логическая и сетевая парадигмы представления знаний. Данный подход позволяет рассматривать понятие как класс всех объектов, обладающих одинаковым набором признаков [7, 20]. В качестве таких объектов могут выступать более узкие понятия (подклассы), либо единичные объекты – экземпляры. В рассматриваемых ИОС [17,18,20] все объекты класса равноправны, т.е. любой объект класса в равной мере может служить его представителем (примером). Иерархия понятий строится от элементарных объектов (экземпляров) к классам, которые в свою очередь являются объектами мегаклассов. В ИОС понятия любой степени общности имеют одну и ту же структуру (древовидную), как в таксономиях [7] – за исключением элементарных

объектов, которые, в силу своей простоты, структуры не имеют. В ИОС понятия не зависят от особенностей обучаемого: его нейрофизиологии, особенностей восприятия, формирования мысленных образов, духовных ценностей. Все это упрощает подходы к обучению, структуризацию знаний об учебных объектах и позволяет решать широкий круг задач с использованием формальных, алгоритмических процедур.

Современная образовательная среда является не только быстроменяющейся, но и выдвигает новые требования к организации решения задач управления обучением. В число таких задач все чаще стали попадать задачи, требующие использования таких человеческих механизмов как творчество, быстрое решение, распознавание новых ситуаций. Реализация этих механизмов возможна в рамках когнитивного подхода, особенностью которого, в рамках интеллектуальных обучающих систем, является решение традиционных для искусственного интеллекта проблем методами, учитывающими когнитивные аспекты, в которые включаются процессы восприятия, мышления, познания, объяснения и понимания. Когнитивный подход в области искусственного интеллекта акцентирует внимание на процессах представления знаний, их хранения, обработки, интерпретации и производстве новых знаний. Такой подход к поддержке принятия решений ориентирован на то, чтобы активизировать мыслительные процессы субъекта и помочь ему зафиксировать свое представление проблемной области в виде формальной, субъективной модели.

В современных областях образования для принятия решений в условиях дефицита точной количественной информации аналитики, эксперты и специалисты вынуждены опираться на собственный опыт и интуицию, формируя субъективную модель ситуации, основанную на экспертных оценках. Для решения задач анализа и

поддержки принятия решений в качестве такой модели часто используется методология моделирования когнитивных карт. Впервые термин «когнитивная карта» появился в работе выдающегося американского психолога, представителя неомпиоризма Э.Толмена «Когнитивные карты у крыс и человека» (1948) и определял модель для ориентации в пространстве [23]. Спустя почти 30 лет Р. Аксельрод [22] стал использовать этот термин для модели представления знаний экспертов о плохо определенных динамических ситуациях. С помощью когнитивных карт могут решаться задачи структуризации плохо определенной предметной области, получение качественных прогнозов развития ситуации, выработка рекомендаций по управлению ситуацией.

В качестве модели представления знаний эксперта, когнитивная карта представляет собой однородную семантическую сеть, в которой множество факторов (сущностей) связаны причинно-следственными отношениями двух типов: положительная и отрицательная связи. Положительная связь между факторами означает, что увеличение фактора причины приводит к увеличению фактора следствия, а при отрицательной связи – увеличение фактора причины уменьшает значение фактора следствия [8,9]. Когнитивная карта представляется ориентированным графом и имеет вид:

$$G = \langle U, R \rangle,$$

где  $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$  – множество концептов;  $R$  – нечеткое причинно-следственное отношение на множестве  $U$ .

Строится когнитивная карта с привлечением экспертов и включает два этапа. На первом этапе экспертами выделяются множество концептов (факторов) ситуаций ( $U$ ) и причинно-следственные отношения ( $R$ ) для построения когнитивной карты. В ходе второго этапа осуществляется параметризация когнитивной карты, которая заключается в экспертном определении шкал силы причинно-следствен-

ных связей между факторами и шкал значений факторов.

В зависимости от типа когнитивной карты [8,9] используются различные способы измерения, отличающиеся точностью экспертного измерения характеристик когнитивной карты, и различные интерпретации весов дуг и значений факторов когнитивной карты.

В качестве основных способов измерения значений факторов и силы связей рассматриваются [8,9]: знаковое, количественное, качественное и нечеткое измерения. В зависимости от используемого способа измерения выделяются следующие виды когнитивных карт: знаковые, количественные, качественные и нечеткие когнитивные карты.

Для весов дуг и значений факторов ситуации в когнитивных картах используются две следующие интерпретации: вес на дуге характеризует степень неопределенности существования причинно-следственного отношения между факторами, и вес на дуге характеризует коэффициент передачи. В соответствии с этими признаками можно выделить два класса когнитивных карт: детерминированные и недетерминированные. При этом, для каждого класса, определяются следующие виды когнитивных карт: знаковые, количественные, качественные и нечеткие когнитивные карты.

С использованием когнитивных карт, на основе методов их анализа, возможно решение многих задач. Следует отметить, что для анализа каждого вида когнитивной карты используются свои методы анализа. В целом, для анализа когнитивных карт и поддержки принятия решений применяются следующие: анализ влияний, анализ динамики изменения состояния (прогноз развития ситуации); анализ устойчивости; сценарный анализ; поиск управляющих воздействий; поддержка объяснений; оценивание и интерпретация прогнозов развития ситуации [9].

При создании больших баз знаний могут возникать ошибки при

описании действительности. Для снижения вероятности ошибок в описании предметной области целесообразно использовать вспомогательные инструменты, как для создания новых описаний элементов действительности, так и для анализа существующих. Методом моделирования ситуаций, предметных областей, в рамках когнитивного подхода, являются сети Петри. Они предназначены для моделирования систем, состоящих из множества взаимодействующих друг с другом компонент. В качестве компонент могут рассматриваться вершины-сущности предметной области. В одном из подходов к проектированию и анализу различных систем, сети Петри используются, как вспомогательный инструмент анализа существующих систем (баз знаний).

При создании нового описания предметной области используется другой подход, при котором предполагается построение модели предметной области сразу в виде сети Петри, а затем сеть Петри преобразуется в описание предметной области, например, в формате интегрированного метода представления знаний [19]. Сеть Петри, моделирующая фрагмент описания предметной области, представлена на рис. 1. Построенная сеть Петри теперь может использоваться для анализа моделируемого фрагмента проблемной области, в данном случае – множества учебных объектов для формирования фрагмента компетенции [17].

Модель сети Петри является асинхронной и служит для отображения и анализа причинно-следственных связей в системе. Для привязки к определенным моментам времени тех или иных переходов в синхронных системах используются события. Переходы из состояния в состояние считаются «мгновенными». Сеть Петри [6,11] имеет четыре базовых элемента: позиции, переходы, дуги и метки (фишки). Например, для моделирования блок-схемы алгоритма решения задачи сетью Петри узлы блок-схемы представляются переходами сети

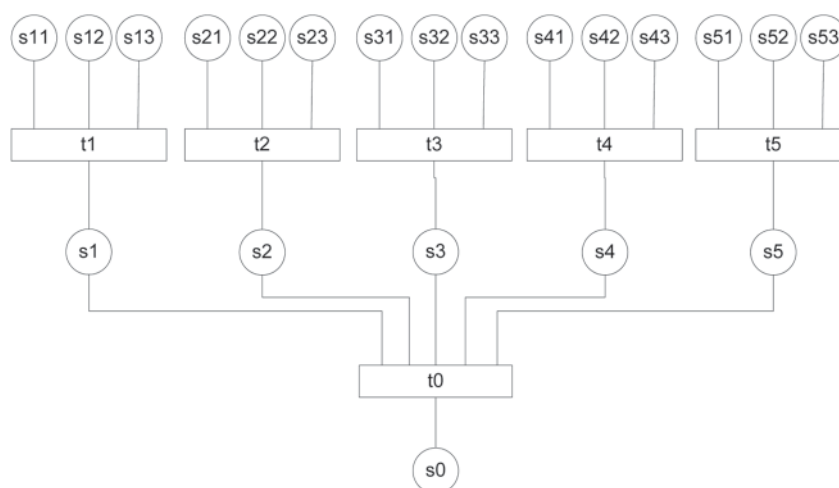


Рис. 1. Сеть Петри, моделирующая множество учебных объектов

Петри, а дуги блок-схемы – позициями сети Петри.

Основными подходами к анализу сетей Петри являются методы, основанные на использовании дерева достижимости, подход, основанный на матричном представлении сетей Петри, решении матричных уравнений и методах преобразования сетей. На основе дерева достижимости могут выполняться: анализ безопасности и ограниченности, анализ сохранения, покрываемости, живости. Другой подход, к использованию сетей Петри, заключается в представлении элементов действительности в виде сети Петри, исследовании полученной сети Петри на наличие ошибок и в последующем преобразовании сети Петри в описание проблемной области на основе интегрированного подхода к представлению знаний. Основными методами анализа свойств достижимости являются: построение дерева достижимости; метод матричных уравнений [6,11,17]. На основе подходов к формированию, использованию и анализу знаний о предметной области можно избежать многих ошибок в описании предметной области.

В рамках когнитивного подхода к представлению действительности перспективным, по мнению автора, является использование моделей сущностей проблемной области. В этом случае модель может отобразить все необходимые особенности

сущности и ее можно использовать для интеграции с когнитивными картами, сетями Петри и некоторыми другими методами представления знаний.

Для описания моделей сущностей используется интегрированный метод представления знаний [16,17] в котором система понятий, ситуаций представляется в виде многоуровневой, сложноорганизованной сети. Вершины такой сети могут быть понятиями, описаниями ситуаций, действиями (процессами), отношениями – сущностями, а дуги – это сформированные связи между вершинами-сущностями. Для представления такой структуры в базе знаний, в качестве единиц знаний, используется описание модели сущности, которое включает:

- имя сущности;
- список имен сущностей нижнего уровня, определяющих рассматриваемую сущность;
- список имен сущностей верхнего уровня, определяемых рассматриваемой сущностью;
- список имен сущностей-ассоциаций;
- список имен сущностей-связей

Для отражения процессов взаимодействия сущностей в их описания добавляются такие элементы как:

- предусловия, описывающие условия для активизации рассматриваемой сущности через признаки активизации вершин-сущностей нижнего уровня;

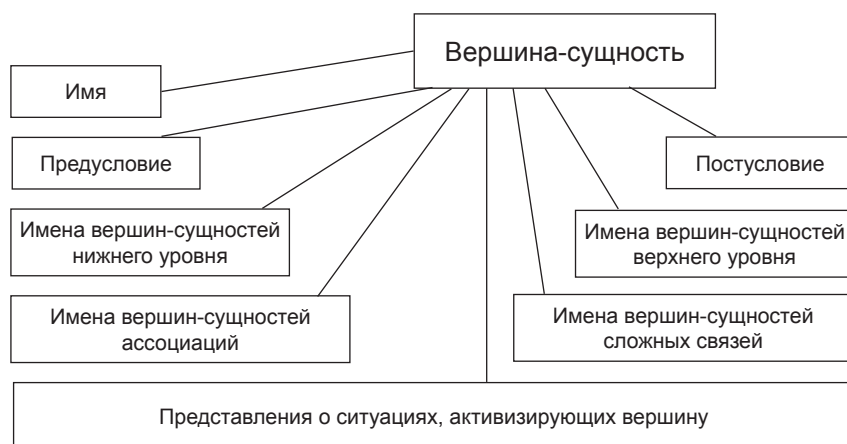


Рис. 2. Структура представления вершины-сущности действительности

– постусловия, обеспечивающие контроль наличия активности сущности по состоянию признака активизации рассматриваемой вершины-сущности.

В итоге, при интегрированном подходе к представлению знаний, предметная область задается множеством вершин-сущностей и связей между ними. Каждая вершина-сущность описывается следующими атрибутами:

- имя,
- предусловия,
- постусловия,
- имена вершин-сущностей нижнего уровня,
- имена вершин-сущностей верхнего уровня,
- имена вершин-сущностей ассоциаций,
- имена вершин-сущностей сложных связей,
- представления о ситуациях, активизирующих вершину.

Начальные этапы создания ИОС, связанные с полными и точными описаниями преподаваемой области, являются решающими для эффективной работы разрабатываемой ИОС. Необходимо решать задачи, связанные с обеспечением полноты и точности описаний учебных объектов, их представлений в базе знаний. Отдельно следует выделить такую важную задачу, как структурирование вербального описания преподаваемой области в виде множества учебных объектов. Структуризация предметной области должна ориентироваться на выбранные способы представления

знаний. В статье рассматривается интегрированный подход к представлению знаний [13,16,20], в основе которого заложены семантическое и продукционное представление сущностей реального мира. Структура представления сущности показана на рис. 2.

При формировании знаний об учебных объектах могут использоваться различные источники знаний, что требует одинаковой интерпретации формируемых знаний, не зависящей от специфики источника знаний, и используемых методов представления знаний. Для решения такой задачи необходимо использовать эталонные понятия, представляемые вершинами сети описания предметной области. Разумно использовать эталоны для элементарных (базовых) понятий, которые позволяют представить

любое понятие, сформированное и используемое информационной системой в ходе своего функционирования. Тогда понятие, поступающее из источника с другим форматом представления знаний, будет преобразовано к эталонному базису и комплексировано с существующими знаниями за счет применения определенных операций над знаниями.

#### 4. Структура ИОС для работы в современной образовательной среде

Разработка новых методов представления знаний, развитие программных и аппаратных систем, возможности их внедрения во все сферы деятельности общества требуют использования современных подходов к образовательной деятельности, применения новых технологий. Следует отметить, что использование учебных объектов, репозитория для их хранения, метаданных (знаний) об учебных объектах для эффективного их применения, делают естественным повсеместное внедрение интеллектуальных технологий. Результатом использования интеллектуальных технологий стало появление и развитие интеллектуальных обучающих систем для индивидуального обучения (формирования компетенций) специалистов.

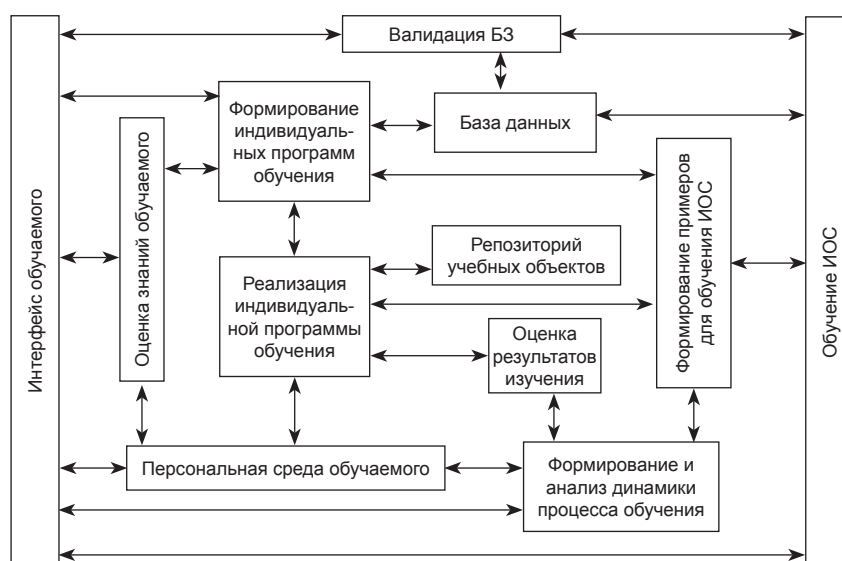


Рис. 3. Структура ИОС для работы в современной образовательной среде



Одной из признанных специалистами концепций построения ИОС является ее архитектура на основе агентно-ориентированного подхода, с использованием персональной среды обучения и формированием индивидуальных траекторий обучения. Обязательным является наличие в системе возможности оценки компетенций обучающихся, как в процессе обучения, так и после завершения этапа обучения. Следует отметить появление и использование в практических приложениях элементов когнитивного моделирования. Поэтому актуальным является рассмотрение возможности использования в ИОС подсистемы формирования и анализа динамики процесса обучения на основе когнитивных карт

Работы последних лет в области создания и использования ИОС показали необходимость расширения ее функциональности. В первую очередь это связано с процессами создания баз знаний для различных предметных областей и необходимостью проверки корректности этих баз знаний (валидности). Возник вопрос в отношении сохранения опыта работы ИОС при решении различных задач. Одним из решений стало накопление примеров различных ситуаций и использование накопленных примеров (обучающей выборки) для машинного обучения. Сложность современных образовательных процессов, необходимость принятия решений для их организации и реализации в слабоструктурированных динамических ситуациях, когда законы и закономерности описываются качественно, потребовали новых подходов к организации ИОС. Одним из таких подходов является применение технологий когнитивных карт. Все это привело к использованию новой концептуальной модели интеллектуальной обучающей системы, которая включает подсистемы для накопления опыта и обучения ИОС, валидации баз знаний на основе использования сетей Петри; формирования и анализа динамики процесса обучения на основе когнитивных карт (рис. 3).

В состав предлагаемой системы формирования компетентности специалистов входят: интерфейс обучающего; персональная среда обучающего; репозиторий учебных объектов; база знаний об учебных объектах; подсистема формирования индивидуальных программ обучения; подсистема реализации индивидуальных программ (траекторий) обучения; блок оценки результатов изучения; подсистема формирования примеров для обучения ИОС; подсистема обучения ИОС; подсистема проверки корректности (валидации) базы знаний ИОС; подсистема формирования и анализа моделей динамики процесса обучения на основе когнитивных карт.

### 5. Демо-пример формирования индивидуальной траектории подготовки специалистов

При разработке ИОС для индивидуальной подготовки специалистов необходимо использовать и описывать сведения из многих предметных областей. С этой целью применяются различные языки программирования и структуры

представления данных и знаний. Так для описания метаданных об учебных объектах (УО) был использован язык YAML, который является языком сериализации данных в человекочитаемом формате. Он вобрал в себя концепции языков программирования, таких как Си, Perl и Python, а так же идеи языка разметки XML и формата электронных писем [21]. Язык YAML был специально разработан для прямого отображения наиболее широко распространенных типов данных в языках программирования, таких как списки, ассоциативные массивы и значения. Использование характерных отступов в YAML особенно практично для задач, когда язык разметки будет использоваться для просмотра и редактирования пользователем, например в конфигурационных файлах, описании метаданных документов и других структурированных данных с изменяемым форматом.

Метаданные в описании учебного объекта должны включать следующие атрибуты:

- Имя учебного объекта,
- Перечисление целевых компетенций,

```
substances:
- name: <Имя Учебного Объекта 1>
  psus:
    <Постусловие/Целевая компетенция1>: <Значение>
  prus:
    <Предусловие/Требуемая компетенция1>: <Значение>
    <Предусловие/Требуемая компетенция2>: <Значение>
- name: <Имя Учебного Объекта 2>
  psus:
    <Постусловие/Целевая компетенция2>: <Значение>
  prus:
    <Предусловие/Требуемая компетенция3>: <Значение>
    <Предусловие/Требуемая компетенция4>: <Значение>
```

Рис. 4. Структура метаданных УО в YAML

```
substances:
- name: "Обучение методам представление знаний"
  psus:
    "Знание методов представления знаний": 1
  prus:
    "Знание производственных моделей": 1
    "Знание семантических сетей": 1
- name: "Обучение производственным моделям"
  psus:
    "Знание производственных моделей": 1
  prus:
- name: "Обучение семантическим сетям"
  psus:
    "Знание семантических сетей": 1
  prus:
```

Рис. 5. Метаданные УО «Обучение методам представления знаний» в YAML



- Перечисление требуемых компетенций.

- Кроме этих атрибутов метаданные об учебном объекте могут дополнительно содержать следующие поля:

- Перечисление включенных УО,
- Перечисление включающих УО,
- Перечисление имен УО связей,
- Перечисление имен УО ассоциаций,
- Ресурсы (время, стоимость и прочее).

В формате YAML обязательные поля метаданных УО записываются, как показано на рис. 4.

На рис. 5 показан пример метаданных описания УО для обучения методам представления знаний.

Для реализации прототипа интеллектуальной системы, формирующей индивидуальные траектории обучения специалистов, выбрана среда разработки Eclipse [10]. Это связано с тем, что она является популярной и наиболее функциональной среди свободно распространяемых сред разработки. Данная среда является модульной платформой при создании программного обеспечения для множества языков программирования, включая Java, Python, Си++ и др.

Для запуска интеллектуальной системы формирования индивидуальной траектории обучения пользователь осуществляет авторизацию и регистрацию. В главном окне интеллектуальной системы имеются вкладки для перехода на соответствующие страницы: «Главная», «База знаний», «Текущие значения», «Профиль», «Сменить пароль», «Выход».

**Главная.** Данная страница включает три области. В этом окне представлены элементы для задания исходных данных. Главное окно ИС для формирования компетенции обучающегося включает:

- Область Меню со ссылками на основные разделы приложения в заголовке страницы;
- Рабочую область планирования для задания требуемой компетенции в средней части страницы;
- Область вывода результатов планирования – траектории обуче-

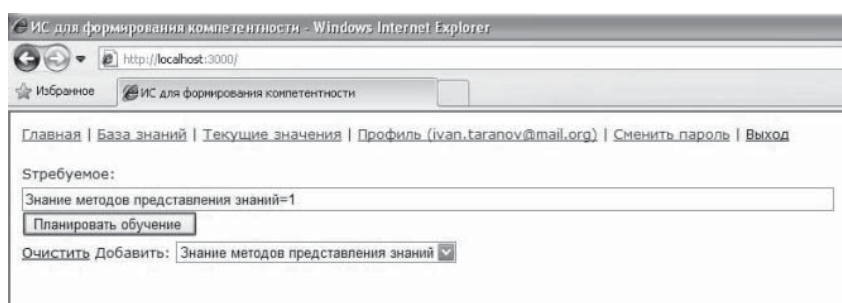


Рис. 6. Страница для подготовки и начала планирования

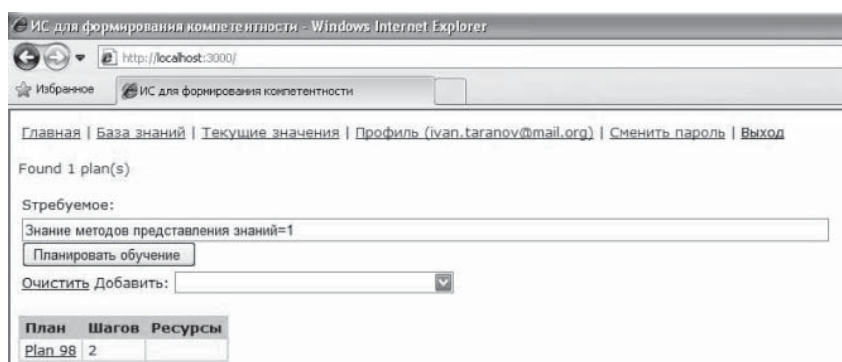


Рис. 7. Окно интерфейса, отображающее сформированные множества индивидуальных траекторий обучения

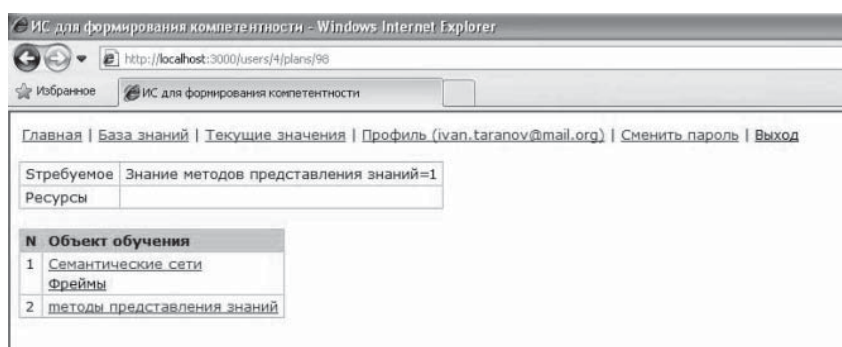


Рис. 8. Пример индивидуальной траектории обучения

ния в нижней части страницы (оставается пустой до выполнения планирования).

**База знаний.** На этой странице имеется ряд ссылок, каждая из которых представляет собой имя учебного объекта (УО). Используя имя любого учебного объекта, пользователь может осуществлять ряд действий:

- Просмотр содержимого метаданных о выбранном УО, загруженном из внешнего источника;
- Просмотр и редактирование содержимого УО, находящегося в репозитории, организованного на базе Вики;
- Верификацию метаданных об УО. Под верификацией в данном случае понимается (опреде-

ление и ссылка из Вики) В данном случае, это проверка предусловий, постусловия и ресурсов из метаданных об УО.

**Текущие значения.** На этой странице, с формой для задания текущих значений компетенции обучающегося, отображаются признаки текущего состояния компетенции обучающегося. По этим признакам в дальнейшем может определяться возможность изучения того или иного учебного объекта.

**Профиль.** На данной странице представляются сведения о текущем пользователе системы, включающие: почтовый адрес пользователя, имя пользователя, фамилия пользователя, дата регистрации

пользователя в интеллектуальной обучающей системе

После выполнения операций, необходимых для входа в систему, пользователь может приступить к планированию индивидуальных траекторий обучения в среде ИОС. Для формирования индивидуальной траектории обучения необходимо задать: текущую компетенцию обучающегося и требуемую компетенцию.

Задание текущей компетенции осуществляется с помощью формы для задания текущих значений компетенции, а для задания требуемой компетенции используется поле «S требуемое» (рис. 6). Пользователь задает требуемую компетентность, выбирая значения из выпадающего списка Добавить и нажимает кнопку Планировать обучение.

В результате планирования формируются списки, соответствующие множеству возможных траекторий обучения (рис. 7). Каждая из сформированных индивидуальных траекторий обучения характеризуется определенными затратами

ресурсов в виде задействованных часов преподавателей, средств по оплате обучения, времени обучения, необходимых технических средств и т.д.

В ходе обучения пользователь выбирает индивидуальную траекторию обучения. С этой целью он нажимает на ссылку в списке результатов планирования и открывает страницу, показанную на рис. 8.

В появившемся окне показаны объекты, которые должен изучить обучающийся (в данном случае это объекты для изучения семантических сетей, фреймов и методов представления знаний). Обучающийся выбирает по ссылке первый объект, после завершения изучения выбранного объекта, необходимо провести контроль полученных знаний обучающегося с использованием программно-аппаратных средств ИОС. При положительном результате тестирования обучающийся переходит к обучению следующего объекта. После пообъектной отработки всей выбранной траектории обучения, обучающийся может пройти фи-

нальное тестирование для оценки полученной компетенции.

## Заключение

Проведенные разработки и исследования выявили тенденции к использованию новых подходов, как в представлении знаний, так и в их использовании. Это касается, в первую очередь перспективных направлений развития информационных технологий для авиакосмической робототехники. Поэтому использование таких технологий в образовании можно считать правильным [16]. Интегрированный подход привлекателен тем, что позволяет усилить достоинства нескольких классических методов представления знаний. Его использование, вместе с когнитивным подходом к валидации баз знаний, позволяет создавать интеллектуальные системы для многих предметных областей. Следует отметить появившийся интерес к методам когнитивного моделирования. Эти методы имеют обещающие перспективы, но и требуют больших исследований.

## Литература

1. Астанин С.В., Курейчик В.М., Попов Д.И., Кузмицкий А.А. Интеллектуальная образовательная среда дистанционного обучения // *Новости искусственного интеллекта*, – 2003, №1, – С.7–19.
2. Базалишвили М. Президент России поручил ученым рассчитать потребность страны в инженерах, // 25 июня 2014, – [http://www.dp.ru/a/2014/06/25/Prezident\\_Rossii\\_poruchil/](http://www.dp.ru/a/2014/06/25/Prezident_Rossii_poruchil/)
3. Голенков В.В., Емельянов В.В., Тарасов В.Б. Виртуальные кафедры и интеллектуальные обучающие системы // *Новости искусственного интеллекта*, – 2001, №4, – С.3–13
4. Зенкина С.В. Информационно-образовательная среда как фактор повышения качества образования // *Педагогика*, 2008, № 6, с. 22 – 28.
5. Зенкина С.В. Педагогические основы ориентации информационно-коммуникационной среды на новые образовательные результаты. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора педагогических наук / Москва, 2007
6. Котов В.Е. Сети Петри. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы. 1984. – 160 с.
7. Кузнецов О.П. Когнитивная семантика и искусственный интеллект // *Искусственный интеллект и принятие решений*. – 2012 №4. С. 32–42
8. Кулинич А.А. Компьютерные системы моделирования когнитивных карт (подходы и методы). // *Проблемы управления*. №3. 2010 г. стр. 3–16.
9. Кулинич А.А. Методология когнитивного моделирования сложных плохо определенных ситуаций. М., ИПУ РАН, Труды второй международной конференции по проблемам управления. Июль 2003 г. с. 219–227.
10. Официальный сайт проекта Eclipse – <http://www.eclipse.org/eclipse/index.html>
11. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирования систем: Пер. с англ. – М.: Мир, 1984. – 264 с., ил.
12. Роберт И.В. Теория и методика информатизации образования (психолого-педагогический и технологические аспекты) / И.В. Роберт. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 398 с., С. 7
13. Рыбина Г.В. Экспертные системы и инструментальные средства для их разработки: некоторые итоги // *Информационно-измерительные и управляющие системы*. №5, т. 11, 2013. с. 35–48
14. Стефанюк В.Л. Поведение квазистатической оболочки в изменяющейся нечеткой среде // В кн. КИИ – 94. Национальная конференция с международным участием «Искусственный интеллект 94». Сборник научных трудов в 2-х томах. Т.1., Рыбинск 1994, с. 199–203.

15. Тарасов В.Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика. – М.: Эдиториал УРСС, 2002. – 352 с.
16. Трембач В.М. Системы управления базами эволюционирующих знаний для решения задач непрерывного образования: Монография. – М.: МЭСИ, 2013 – 255 с.
17. Трембач В.М. Основные этапы создания интеллектуальных обучающих систем // Программные продукты и системы, №3, 2012, с. 148–152.
18. Трембач В.М. Интеллектуальные технологии для решения задач непрерывного образования, // Научно-практический журнал «Открытое образование», МЭСИ, №3, 2012, с. 4–11
19. Трембач В.М. Методы формирования, использования и анализа баз знаний // Экономика, статистика и информатика, – Вестник УМО, № 4, 2010, с. 145–149
20. Трембач В.М. Формирование и использование моделей компетенций обучающихся на основе эволюционирующих знаний, // Научно-практический журнал «Открытое образование», МЭСИ, №6(77), 2009, с. 12–26
21. Язык разметки YAML – <http://en.wikipedia.org/wiki/YAML>
22. Axelrod R. The Structure of Decision: Cognitive Maps of Political Elites. – Princeton. University Press, 1976.
23. Tolman E.C. Cognitive maps in rats and men. // Psychological Review 1948 v.55, 189–208.
24. Telnov Y. The Model of Continuous Profession-oriented Learning in the E-environment Based on a Competence Approach and Academic Knowledge Management // 11th European Conference of Knowledge Management Systems, 2–3 Sept, 2010, Porto