

РАЗРАБОТКА АДАПТИВНОЙ КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОБУЧЕНИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА В ПРОЦЕССЕ ПРОМЫСЛА

В работе рассматривается компьютеризированная система обучения и тестирования (КСОТ), предназначенная для автоматизации процессов подготовки специалистов водного транспорта, которые осуществляют вылов. Система базируется на взаимодействии базы знаний изучаемой предметной области, накопленной в результате промысла, и методических знаний по управлению процессом подготовки специалистов тралового и кошелькового лова. Целью и задачей исследований является усовершенствование средств формализации знаний специалистов водного транспорта для тралового и кошелькового лова; формализация знаний о процессах подготовки специалистов водного транспорта для процессов лова; разработка математических моделей основных компонентов КСОТ и ее алгоритма управления. В работе использованы методы математического моделирования и формализации описания структур, теории множеств, графов, методы теории системного анализа сложных систем принятия решений. В результате проведенных исследований разработаны модели алгоритмов всех структурных элементов адаптивной КСОТ специалистов водного транспорта для процессов лова и для реализации адаптации КСОТ к общим и индивидуальным характеристикам специалистов водного транспорта; разработаны критерии классификации критических ситуаций в КСОТ и динамического выбора моделей специалистов водного транспорта.

Ключевые слова: база знаний, предметная область, информационные технологии, дистанционное обучение, специалисты водного транспорта.

Введение

В настоящее время в образовательных центрах ведущих стран мира ведутся поиски способов, методик и методов повышения эффективности и качества обучения, обеспечивающих для различных контингентов обучаемых поддержку их самостоятельной познавательной деятельности, компьютеризированного обучения, коллективного и индивидуального режимов решения учебных и практических задач. Требуется отметить, что комплексное обучение специалистов водного транспорта ориентировано больше на подготовку узких специальностей или получение сертификатов согласно конвенции. Вопросы обучения и подготовки персонала по траловому и кошельковому лову не осуществляются комплексно.

Возникли возможности повышения эффективности процесса обучения — использование новых информационных технологий для подготовки специалистов водного транспорта в процессе лова. Значительные достижения в области формального представления человеческих знаний с помощью теории и методов искусственного интеллекта и новых информационных технологий создают реальную основу для построения универсальных информационных систем. Эти системы способны накапливать учебный материал, методические знания лучших преподавателей и контролировать знания обучаемых. Лучшие образцы систем должны использовать результаты контроля знаний обучаемых для управления ходом процесса обучения, что активно применяется для классических методов подготовки специалистов. Под компьютеризированной системой обучения и тестирования (КСОТ) обучаемых будем понимать систему, предназначенную для автоматизации процессов обучения и тестирования, основанную на взаимодействии базы знаний (БЗ) изучаемой предметной области (БЗ ПрО), и методических знаний по управлению учебным процессом и качественной и количественной оценке (БЗ МО) знаний обучаемых. Все вышесказанное определяет актуальность задачи усовершенствования методов представления и измерения знаний в обучающих и тестирующих системах, разработки новых методик, методов, моделей и алгоритмов адаптивного управления процессом обучения и тестирования знаний.

Анализ результатов научных разработок в области современных технологий компьютеризированного обучения и контроля знаний

С помощью компьютерных технологий акцент ставится не только на контроль усвоения знания, но и на приобретение знаний в процессе их конструирования. Речь идет не об усвоении готовых знаний, а об освоении способов получения знаний, исследовании информации и ее использовании для получения нового знания, что достаточно важно при подготовке специалиста водного транспорта. При этом совершенно не исключаются традиционные способы получения знания, а уравниваются процессы синтеза и анализа в образовательном процессе [1], [2].

Обычно при обучении используются следующие методы обучения: инструктивный (репродуктивная технология) — запоминание данных; параметрический метод — улучшение характеристик имеющихся знаний и навыков; алгоритмический — обучение алгоритмам решения различного рода задач; концептуальный — метод обучения построению новых концепций, направленный на развитие способностей обучаемых к самостоятельному познанию. Если совместить функции обучения, контроля и управления учебным процессом, то в результате можно получить универсальную адаптивную систему обучения и тестирования. В общем случае задача разработки КСОТ может быть сведена к разработке ряда моделей, описывающих отдельные стороны процесса обучения с помощью компьютеризированных систем обучения [3]. В основу технологии построения моделей положен метод поэтапной детализации и активизации знаний.

Цель и задачи исследований — усовершенствование средств формализации знаний о тестируемых; формализация знаний о процессах обучения и тестирования и оценка его результатов; разработка математических моделей основных компонентов КСОТ и ее алгоритма управления для подготовки специалиста водного транспорта. При построении компьютеризированных систем обучения и тестирования решаются следующие задачи: определяется содержание, разрабатываются структура и средства ведения БЗ системы тестирования; формируются БЗ обучающих курсов ПрО и задания для тестирования по ним обучаемых; разрабатываются модели элементов КСОТ: предметной области обучения, обучаемых, управления ходом процесса обучения и тестирования и алгоритмы управления системой; организуется процесс обучения и тестирования и анализируются его результаты в.

Объектом исследования являются процессы разработки моделей и алгоритмов обучения и контроля знаний обучаемых в компьютеризированных адаптивных системах обучения и тестирования специалистов водного транспорта в процессе лова.

Предметом исследования являются информационные технологии адаптивной компьютеризированной системы обучения и тестирования специалистов водного транспорта в процессе лова.

Материал и методы исследований

Для формализации слабоструктурированных задач в работе использованы методы математического моделирования и формализации описания структур, теории множеств, графов, методы теории системного анализа сложных систем и принятия решений. Применение комбинации этих методов обеспечило высокую достоверность и обоснованность результатов работы и позволило получить ряд новых научных результатов.

В существующих системах используются различные математические аппараты, различные математические модели обучаемых, предметной области обучения и управления тестированием, что не позволяет объединять модели, создавать интегрированные модели процесса обучения и тестирования в единой КСОТ. Алгоритм идентификации интегрированной модели КСОТ представлена на рис. 1 в виде символов алгоритма.

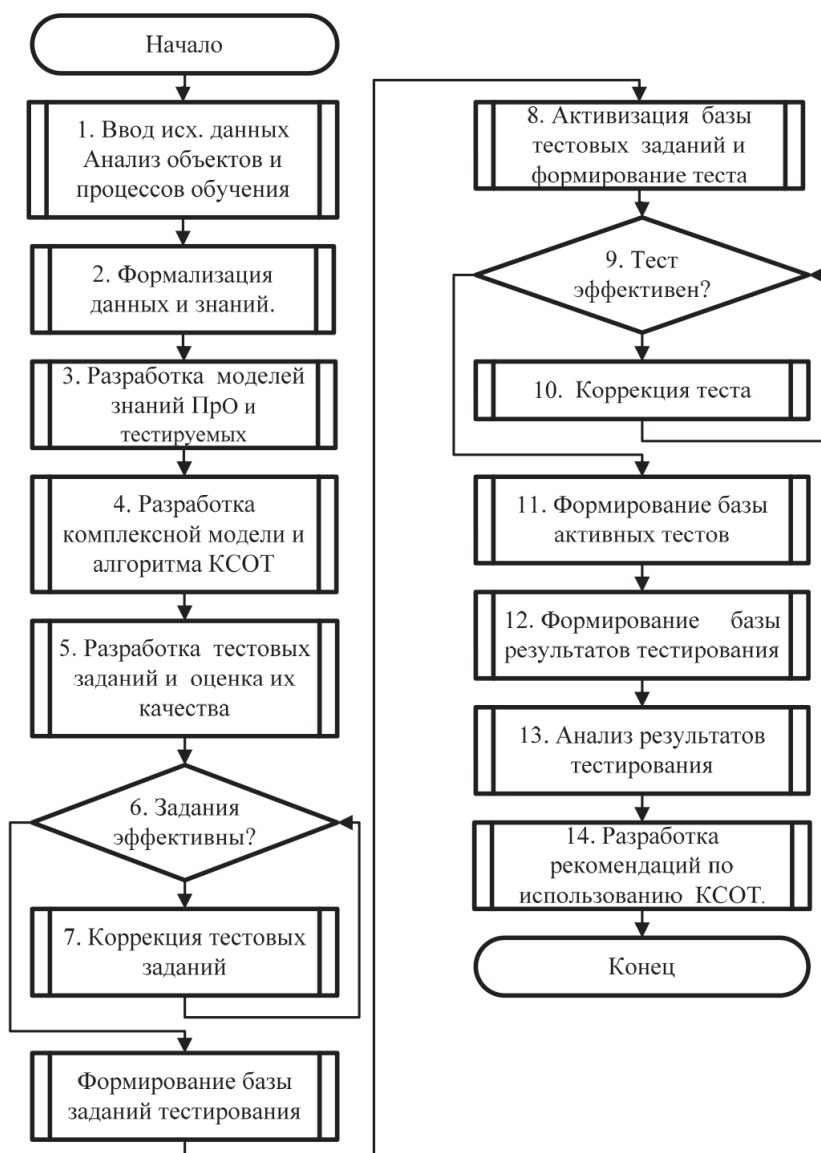


Рис. 1. Алгоритм KCOT (компьютеризированной системы обучения и тестирования специалистов водного транспорта в процессе лова)

Процедура 1. Ввод исходных данных, структурный и функциональный анализ формализуемых процессов обучения и тестирования. Целью процедуры является выявление особенностей формализуемых процессов.

Процедура 2. Формализация данных и знаний. При формальном представлении знаний о предметной области должна учитываться ее количественная сторона в виде данных, так как понятие «знания» включает в себя понятие «данные», которые могут соответствовать множеству фактов и отношений между элементами, образующими эти факты [4]. Для унификации KCOT модели объектов управления и предметной области обучения и тестирования специалистов водного транспорта в процессе лова должны обеспечивать представление знаний единым образом. Для этого очень хорошо подходят, как показано в [5], семантические сети знаний ПрО и БЗ МО. Представление знаний, базирующихся на аппарате семантических сетей, состоит в том, что предметная область рассматривается как совокупность объектов (сущностей, понятий) и связей (отношений) между ними [5]. Семантическая сеть — модель представления знаний посредством сети узлов, связанных дугами, где узлы соответствуют понятиям или объектам, а дуги — отношениям между узлами. Формально сетевые модели задаются в следующем виде:

$$H = \langle I, C_1, C_2, \dots, C_n, Q \rangle,$$

где I — множество информационных компонентов, хранящихся в узлах сети; $C_1, C_2, \dots, C_n$ — типы связей между информационными элементами; Q — отображение, которое устанавливает соответствие между множеством типов связей и множеством информационных компонентов сети.

Преимуществами семантических сетей как средств представления знаний являются их большие выразительные возможности, естественность и наглядность системы знаний, представленной графически. Кроме того, аппарат семантических сетей имеет хорошо апробированную научную базу в виде теории графов.

Процедура 3. Разработка моделей знаний ПрО и тестируемых. Модели ПрО и тестируемых являются компонентами комплексной модели КСОТ. В качестве основы этих моделей компонентов КСОТ предлагается использовать семантические модели ПрО и модель процесса классификации обучаемых. Одна из основных целей обучения — это научить обучаемого использовать предоставленную информацию для решения конкретных задач или ситуаций, а базой для этого служат полученные знания, поэтому структуру ПрО КСОТ целесообразно описывать набором признаков, которые характеризуют каждый элемент знаний.

Одно из оснований классификации знаний в базе — это система учебных целей (знания и умения, которые должен приобрести обучаемый), которая составляет специальную часть знаний ПрО и занимает особое место среди других знаний. Учебные цели выступают в качестве признаков компонентов ПрО и взаимосвязь целей задается явно. Связи других компонентов определяются через их признаки — отношение к элементам системы целей.

Модель обучаемого является одной из базовых компонент компьютерных систем обучения. Она должна содержать достаточно полную информацию об обучаемом: уровень его знаний, умений и навыков, способность к обучению, способность выполнения заданий (умеет ли он использовать полученную информацию), личностные характеристики (тип, ориентация) и другие параметры. С точки зрения усвоения и освоения предметной области является уровень навыков и умений, который должен быть включен в модель обучаемого. Такие модели известны [6], но в данном случае модели тестируемых должны позволять организовывать адаптивное управление КСОТ, что требует их существенной доработки.

Процедура 4. Разработка комплексной модели и алгоритма функционирования КСОТ. Комплексная модель КСОТ строится на основе моделей ПрО, классификации тестируемых, компонентов системы управления тестированием и тестирования знаний предметной области обучаемыми. Это должна быть многоуровневая модель в виде функциональной семантической сети на верхнем уровне представления знаний и разветвленной системы тестирования, которая управляла бы выводом заключений на нижних уровнях модели тестирования знаний и обобщала результаты выводов всех уровней. Модель КСОТ, построенная на семантических сетях, должна иметь свою систему логического вывода, которая формирует заключения в соответствии с правилами, заложенными в алгоритм модели.

Процедура 5. Разработка тестовых заданий по учебной дисциплине. Основными требованиями, предъявляемыми к тестовым заданиям, являются: независимость заданий; простота и компактность формулировки вопросов; исключение неоднозначности понимания вопроса. В КСОТ при отборе информации для составления тестовых заданий должны быть учтены репрезентативность, комплексность, вариативность и системность содержания, ее соответствие цели тестирования, надежность теста [2]. Для расчета показателей эффективности теста строится матрица результатов тестирования, определяется трудность задания путем определения меры вариации тестовых баллов тестируемых [5]:

$$S = \sqrt{S_Y / N - 1}, \quad (1)$$

где N — число обучаемых; $S_Y = \sum_{i=1}^N (Y_i - M_Y)^2$ — показатель вариации тестовых баллов по всем заданиям теста; M_Y — средний арифметический тестовый балл в данной группе обучаемых; Y_i — количество баллов, набранных обучаемым.

Процедуры 6 – 8. Проверка, удовлетворяют ли показатели соответствия тестовых заданий КСОТ заданным требованиям? Существует множество критериев соответствия. Считается, что наиболее эффективный подход к решению этой задачи состоит в построении системы оценки знаний обучаемых с использованием аппарата нечеткой логики [6]. Рассмотрим этот вопрос более подробно.

Существующие показатели соответствия тестовых заданий заданным требованиям не совсем точно определяют этот уровень. При тестировании знаний обучающихся в виртуальной системе часто приходится пользоваться понятием «нечетные знания», которые не могут быть интерпретированы как полностью логические — истинные и ложные. Существуют знания, которые выражаются промежуточными цифрами. Одно из главных понятий в нечеткой логике — понятие лингвистической переменной.

Нечеткое множество определяется совокупностью пар вида $(x, \mu(x))$, где x определен на базовой шкале B ($x \in B$) и $\mu(x)$ — функция принадлежности на интервале $[0 \dots 1]$. При определении набора критериев, их «весов», методы оценки решений могут быть разнообразными, поэтому в процессе обучения каждый вопрос должен иметь некоторый «вес» например, «очень сложный» (A), «сложный» (B), «средне сложный» (C), «простой» (D) и «очень простой» (G). В таких системах обучения тестирование осуществляется с использованием базы данных контрольных вопросов и предполагаемых нечетких ответов. Здесь целесообразным является метод байесовских оценок сложности вопросов теста и определения сложности теста в целом. Применяя нечеткий классификатор Байеса к каждому вопросу, можно в интервале $[0, 1]$ оценить степень принадлежности того или иного вопроса к одной из указанных категорий. Пусть A и B — нечеткие подмножества, тогда:

$$S(A, B) = \frac{M(A \cap B)}{M(A)}. \quad (2)$$

Теорема Байеса выводится из этого результата:

$$S(A, B) = \frac{S(B, A)M(B)}{M(A)};$$

$$M(A \cap B) = M(B)S(B, A). \quad (3)$$

Данная теорема приводит к определенно нечетной теореме Байеса следующим образом. Пусть E — нечетное свидетельство и $H_1 \dots H_k$ — k нечетких гипотез, тогда:

$$S(E, H_i) = \frac{S(H_i)M(H_i)}{\sum_{j=1}^K S(H_j, E)M(H_j)}, \quad i = 1, 2, \dots, K; \quad (4)$$

$$S(H_i, E) = 1 - \frac{\sum_X \max[0, \mu_{H_i}(X) - \mu_E(X)]}{M(H_i)}. \quad (5)$$

С помощью этой формулы определяется уровень сложности каждого вопроса, который, в свою очередь, позволяет четко оценить уровень знаний обучаемого по данному вопросу. В этом случае правильное расположение тестовых заданий в тесте повышает их валидность, поэтому тестовые задания должны располагаться в следующей последовательности: в начале расположены менее трудные тестовые задания, а затем — в порядке возрастания их сложности. Если в ходе апробации теста выяснится, что трудность многих его заданий не соответствует уровню знаний значительного количества обучающихся, то информация о знаниях конкретного обучаемого, получаемая по результатам выполнения отдельных тестовых заданий, может быть выражена формулой

$$I = \log_2 \frac{P_1}{P_0}, \quad (6)$$

где P_0 — априорная вероятность успешного тестирования (этот показатель определяется до тестирования независимым экспертом (преподавателем)); P_1 — апостериорная вероятность успешного прохождения тестирования.

Если реальный уровень подготовленности обучаемого таков, что он априори успешно выполнит группу легких для него заданий, то выполнение данной группы заданий этим пользователем не дает дополнительной информации о его знаниях ($P_0 \approx P_1$). Было бы целесообразно в этом случае усложнить задания, разбить задания на две или несколько групп по уровню сложности для разных обучаемых и реализовать гибкий механизм предъявления заданий, т. е. в процессе тестирования система должна адаптироваться к уровню знаний обучаемого. В случае если показатели эффективности тестовых заданий не удовлетворяют заданным требованиям, проводится коррекция заданий (процедура 7). Суть коррекции должна состоять в применении более валидных заданий, т. е. либо в их допустимом упрощении, либо усложнении. Затем формируется база тестовых заданий КСОТ (процедура 8).

Процедура 9. Активизация базы тестовых заданий и динамическое формирование теста по теме или разделу учебной дисциплины. При формировании адаптивной нейронной сети, [8] — [10], необходимо учитывать специфику заданий, поведение респондента и факторы внешнего воздействия.

Процедуры 10 – 12. Проверка соответствия динамически сформированного теста заданным показателям эффективности. Основными показателями эффективности теста являются валидность, надежность, шкалирование. Для расчета валидности формируются два теста, определяются доли аттестованных и не аттестованных тестирующихся и валидность определяется по формуле

$$V = \frac{(ad - bc)}{\sqrt{(a + c)(b + c)(a + d(b + d))}}, \quad (7)$$

где d — доля аттестованных обучаемых; a — доля не аттестованных обучаемых; b — доля аттестованных обучаемых в первом тесте и не аттестованных во втором; c — доля аттестованных обучаемых во втором тесте и не аттестованных в первом.

Доли вычисляются нормированием по количеству обучаемых, участвующих в тестировании: $d = Nd / N$, Nd — количество аттестованных обучаемых; N — количество общее обучаемых, участвующих в тестировании. При этом V должно быть не меньше нуля. Отрицательные значения показывают, что тест плохой.

Оценка надежности теста производится путем расчета корреляции двух тестирующих наборов, где суммарный коэффициент надежности определяется по формуле

$$K_Y = \frac{N \sum_i x_i y_i - \left(\sum_i x_i \right) \left(\sum_i y_i \right)}{\sqrt{\left[N \sum_i (x_i)^2 - \sum_i x_i \right] \left[N \sum_i (y_i)^2 - \sum_i y_i \right]}}, \quad (8)$$

где X, Y — тестирующие наборы; x_i, y_i — элементы этих наборов.

Шкалирование заключается в переходе от обычных целочисленных баллов к произвольным с целью более полной дифференциации обучаемых. Для этого используются различные критериально-ориентированные шкалы.

Процедуры 13 – 14. Формирование базы результатов тестирования и анализ результатов тестирования соответственно. Анализ результатов тестирования по каждому из обучаемых и группе в целом позволяет скорректировать план занятия или учебный план дисциплины с целью повышения эффективности их поведения.

Процедура 15. Разработка рекомендаций по использованию КСОТ в учебном процессе. Разработка рекомендаций по использованию КСОТ в учебном процессе осуществляется при наборе достаточного опыта в применении либо после необходимого обучения КСОТ.

Обсуждение результатов исследований

Рассмотрим разработанный алгоритм и построим модель адаптивной компьютеризированной системы обучения и тестирования добычи биоресурсов. Структура Про учебных дисциплин, алгоритмы САУ, классификации обучаемых, организации процесса обучения и контроля (текущего и рейтингового) разработаны как универсальные. В соответствии с изложенным, концептуальная модель адаптивной КСОТ включает ярусно-параллельный граф (рис. 2): модель предметной области; модель обучаемых; модель организации процесса обучения и тестирования знаний обучаемых; алгоритмы САУ и организации процесса обучения и тестирования. Основными элементами КСОТ, отличающимися от универсальных конкретными значениями, здесь будут являться наполнение модели Про учебной дисциплины и модели организации процесса обучения и тестирования знаний обучаемых. На начальном этапе построения КСОТ проводится анализ учебной программы и тематического плана учебной дисциплины для уяснения цели, существа материала и времени, отводимого на освоение дисциплины. Именно эти данные кладутся в основу построения моделей элементов и алгоритмов КСОТ. Разработаем модель предметной области учебных дисциплин КСОТ.

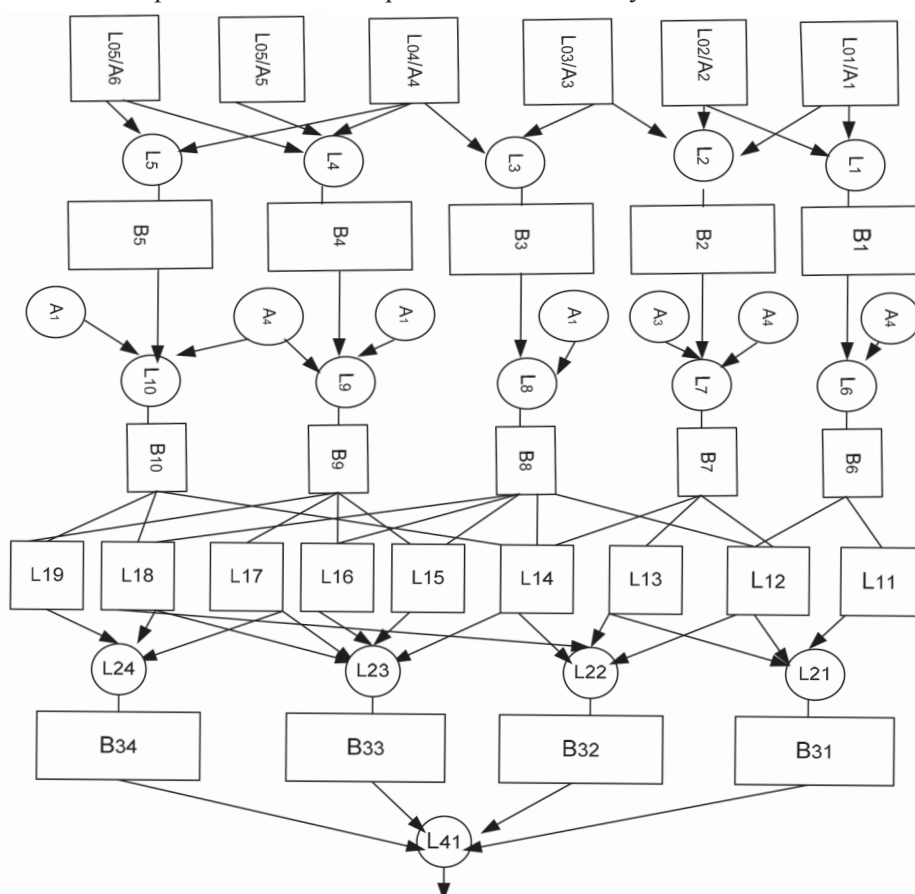


Рис. 2. Ярусно-параллельный граф дисциплины в КСОТ

Модель предметной области учебной дисциплины КСОТ специалистов водного транспорта в процессе лова

Рассмотрим более подробно структуру предметной области КСОТ. Для модели предметной области КСОТ наиболее удобной и адекватной классическому построению учебного материала в компьютерных системах является семантическая сеть [7], [11]. Исходными данными для такой

сети являются данные по структуре источников учебно-методической литературы по дисциплинам обучения, а именно: количество разделов и тем в разделах учебной дисциплины, их тексты, графики и рисунки, гиперссылки и связи между ними. Учитывая иерархический характер построения учебного материала, его упорядоченность, формально такую информацию можно представить сетью, в вершинах которой находится текст или используется так называемая ярусно-параллельная форма графа знаний (ЯПГ). ЯПГ представляет собой именно смешанную модель знаний — потоковую и ярусную.

В соответствии с данными, структурой и порядком разработан и приведен на рис. 2 ярусно-параллельный граф изучения учебной дисциплины в КСОТ.

Здесь $L01/A1 - L06/A6$ — исходные знания (начальные блоки информации) первого раздела учебной дисциплины»;

$L1 - L5, B1 - B5$ — промежуточные знания блоков первого раздела дисциплины (темы первого раздела);

$L6 - L10, B6 - B10$ — целевые знания блоков первого раздела дисциплины;

$L11 - L19$ — начальные знания блоков второго – пятого разделов дисциплины;

$L21 - L24, B31 - B34$ — целевые знания блоков второго – пятого разделов дисциплины;

$L41$ — целевые знания (блок) учебной дисциплины.

В соответствии с деревом знаний получены следующие формулы вывода для L -блоков первого раздела учебной дисциплины:

$$L1(A1 \& A2 \& A3) \rightarrow B1;$$

$$L2(A4 \& A5) \rightarrow B2;$$

$$L3(A6 \& A7) \rightarrow B3;$$

$$L4(A8 \& A9) \rightarrow B4;$$

$$L5(A10 \& A11) \rightarrow B5;$$

$$L6(A12 \& A13) \rightarrow B6 \quad L7(A14 \& A15 \& A16) \rightarrow B7;$$

$$L8(A17 \& A18) \rightarrow B8 \& B9;$$

$$L9(A19 \& A20 \& A21) \rightarrow B10 \quad L11(B1 \& B2 \& B3) \rightarrow B11;$$

$$L12(B1 \& B2 \& B4 \& B5 \& B6 \& B7) \rightarrow B12;$$

$$L13(B1 \& B2 \& B7 \& B8) \rightarrow B13;$$

$$L14(B2 \& B3 \& B9 \& B10) \rightarrow B14;$$

$$L15(B11 \& B12 \& B13 \& B14) \rightarrow B15.$$

Классификация обучаемых и тестовый контроль в процессе изучения первого раздела дисциплины обеспечивают управление КСОТ. Результаты изучения тем контролируются тестовым контролем $СТК\ T1 - СТК\ T4$, раздела $СТК\ P1$ и анализируются алгоритмом управления для определения траектории дальнейшего движения обучаемых в сети КСОТ. Результаты тестирования также используются для формирования текущей и рейтинговой оценок обучаемых, но, в первую очередь, для адаптивного управления ходом процесса обучения и тестирования в ЭВМ обучаемых.

Аналогично строится структура моделей Про блоков знаний по разд. 2 – 5 учебной дисциплины.

Выводы

Осуществлен анализ компьютерных обучающих систем и установлено, что многие из них либо не используют модели обучаемых вовсе, либо используют примитивные методы, что значительно снижает качество учебного процесса и не позволяет организовать его адаптивное управление для подготовки специалистов тралового и кошелькового лова.

При анализе современных систем обучения траловому и кошельковому лову, программных комплексов не было найдено, что говорит о перспективности исследования в данной области.

Установлено, что порядок построения материала дисциплины может быть потоковым и смешанным, т. е. представлен в строго последовательном (потоковом) и последовательно-параллельном виде для адаптации модели обучаемого.

Разработаны модели и алгоритмы всех структурных элементов адаптивной КСОТ учебных дисциплин, которые представлены процедурным типом.

Для реализации адаптации КСОТ к общим и индивидуальным характеристикам обучаемых применены методы адаптивного построения модели Про учебной дисциплины.

Разработаны критерии классификации критических ситуаций в КСОТ и динамического выбора моделей обучаемых на основании анализа индивидуальных априорных, текущих и апостериорных количественных и качественных параметров каждого из них (рассмотрены аспекты адаптации модели для специалистов водного транспорта).

По результатам тестирования тем и разделов учебной дисциплины в заданные моменты времени автоматически введено понятие идентификации изменения типа обучаемого и индивидуальная траектория его обучения. Тем самым осуществляется адаптация системы управления КСОТ к индивидуальным характеристикам специалистов водного транспорта, задействованных в процессе лова.

Разработаны общие рекомендации по построению и применению КСОТ в учебном процессе в виде адаптивного нейронного алгоритма, который выражен блоками унифицируемой модели обучаемого в сфере водного транспорта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агаев Ф. Т. Виртуальное образование и оценка сложности теста в обучающих системах / Ф. Т. Агаев // Междунар. науч.-технич. конф. «Информационные системы в экономике, управлении производством и образовании». — Новосибирск, 2003. — Т. 1. — С. 10–13.
2. Андреев А. Б. Экспертная система анализа знаний / А. Б. Андреев, А. Н. Кузнецов, В. Б. Моисеев [и др.] // Открытое образование. — 2001. — № 2. — С. 47–52.
3. Башмаков И. А. Модель семантической сети для представления учебного материала в компьютерных обучающих средствах / И. А. Башмаков, П. Д. Рабинович // Справочник. Инженерный журнал. — 2002. — № 8. — С. 61–64.
4. Бобырь Е. И. Комплексная модель адаптивной компьютеризированной системы обучения и тестирования на базе семантических сетей / Е. И. Бобырь, Л. Н. Радванская, В. В. Мартынов, Ю. В. Чепурная // Вестник Херсонского национального технического университета. — 2009. — № 1 (34). — С. 491–496.
5. Затхей В. А. Формально-логический аппарат представления знаний о процессах управления обучением в экспертных обучающих системах / В. А. Затхей, Н. В. Шаронова, И. Е. Лещенко // АСУ и приборы автоматики. — 2005. — № 130. — С. 52–56.
6. Чепурная Ю. В. Ситуационное управление в адаптивной компьютеризированной системе тестирования обучаемых / Ю. В. Чепурная // Экспертные оценки элементов учебного процесса: материалы XI межвуз. науч.-практ. конф. — Харьков: Народная украинская академия, 2009. — С. 65–66.
7. Широких Г. В. Моделирование процессов загруженности поступления информации на основе самообучающихся сетей / Г. В. Широких, С. Г. Черный // Информационные технологии моделирования и управления. — 2005. — № 2 (20). — С. 279–282.
8. Chernyi S. The implementation of technology of multi-user client-server applications for systems of decision making support / S. Chernyi // Metallurgical and Mining Industry. — 2015. — Vol. 3. — Pp. 60–65.
9. Нырков А. П. Оценка надежности и эффективности распределенных систем буровых установок / А. П. Нырков, А. А. Жиленков, С. Г. Черный // Автоматизация в промышленности. — 2015. — № 6. — С. 51–53.
10. Zhilenkov A. Investigation performance of marine equipment with specialized information technology / A. Zhilenkov, S. Chernyi // Procedia Engineering. — 2015. — Vol. 100. — Pp. 1247–1252. DOI:10.1016/j.proeng.2015.01.490.

11. Некрасова А. А. Исследование возможности применения теории перколяции для управления потоками данных в информационных сетях на транспорте / А. А. Некрасова, С. С. Соколов // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2015. — № 4 (32). — С. 192–198.

DEVELOPMENT OF ADAPTIVE COMPUTERIZED TRAINING SYSTEM OF SPECIALISTS OF WATER TRANSPORT IN THE PROCESS OF FISHING

The paper deals with a computerized system of training and testing (CSTT), designed to automate the process of training specialists of water transport, which carry the catch. The system is based on the interaction of the knowledge base of the studied subject area accumulated as a result of fishing and methodical knowledge management process of preparation of experts trawl and purse seine fishing. The purpose and objective of research is to improve the means of formalization of knowledge of water transport specialists for trawling and purse seining; formalization of knowledge about the processes of preparation of water transport specialists for fishing processes; development of mathematical models of the main components CSTT and its control algorithm. We used mathematical modeling techniques and formalizing the description of the structures, the theory of sets, graphs, methods of system analysis of the theory of complex decision-making systems. The studies developed models of algorithms of all the structural elements of the adaptive CSTT water transport specialists for fishing processes; to implement adaptation CSTT shared and individual characteristics of specialists of water transport; developed criteria for the classification of critical situations in CSTT and dynamic models of water transport specialists.

Keywords: knowledge base, subject area, information technology, e-learning, specialists of water transport.

REFERENCES

1. Agaev, F. T. "Virtualnoe obrazovanie i ocenka slozhnosti testa v obuchajushhih sistemah." *Mezhdunarodnaja nauchno-tehnicheskaja konferencija "Informacionnye sistemy v jekonomike, upravlenii proizvodstvom i obrazovanii"*. Vol. 1. Novosibirsk, 2003: C. 10–13.
2. Andreev, A. B., A. N. Kuznecov, V. B. Moiseev, V. V. Ushanov, and Ju. E. Usachev. "Jekspertnaja sistema analiza znanij." *Open Education 2* (2001): 47–52.
3. Bashmakov, I. A., and P. D. Rabinovich. "Model semanticheskoy seti dlja predstavlenija uchebnogo materiala v kompjuternyh obuchajushhih sredstvah." *HANDBOOK. An Engineering journal with appendix 8* (2002): 61–64.
4. Bobyr, E. I., L. N. Radvanskaja, V. V. Martynov, and Ju. V. Chepurnaja (Ju. V. Martynova). "Kompleksnaja model adaptivnoj kompjuterizirovannoj sistemy obuchenija i testirovanija na baze semanticheskikh setej." *Vestnik Hersonskogo nacional'nogo tehničeskogo universiteta 1*(34) (2009): 491–496.
5. Zathej, V. A., N. V. Sharonova, and I. E. Leshhenko. "Formalno-logicheskij apparat predstavlenija znanij o processah upravlenija obucheniem v jekspertnyh obuchajushhih sistemah." *ASU i pribory avtomatiki 130* (2005): 52–56.
6. Chepurnaja, Ju. V. "Situacionnoe upravlenie v adaptivnoj kompjuterizirovannoj sisteme testirovanija obuchaemyh." *Jekspertnye ocenki jelementov uchebnogo processa: materialy HI-oj mezhvuz. nauch.-prakt. konf. Harkov: Narodnaja ukrainskaja akademija*, 2009: 65–66.
7. Shirokih, G. V., and S. G. Chernyj. "Modelirovanie processov zagruzhennosti postuplenija informacii na osnove samoobuchajushhihsja setej." *Informacionnye tehnologii modelirovanija i upravlenija 2*(20) (2005): 279–282.
8. Chernyi, S. "The implementation of technology of multi-user client-server applications for systems of decision making support." *Metallurgical and Mining Industry 3* (2015): 60–65.
9. Nyrkov, A. P., A. A. Zhilenkov, and S. G. Chernyj. "Ocenka nadezhnosti i jeffektivnosti raspredelennyh sistem burovyh ustanovok." *Avtomatizacija v promyshlennosti 6* (2015): 51–53.
10. Zhilenkov, A., and S. Chernyi. "Investigation performance of marine equipment with specialized information technology." *Procedia Engineering 100* (2015): 1247–1252. DOI:10.1016/j.proeng.2015.01.490
11. Nekrasova, A. A., and S. S. Sokolov. "Study of the possibility of percolation theory for flow control in information networks transport." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S.O. Makarova 4*(32) (2015): 192–198.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Сметух Надежда Павловна — соискатель.
Научный руководитель:
Черный Сергей Григорьевич —
кандидат технических наук, доцент.
ФГБОУ ВО «Керченский государственный
морской технологический университет»
nadya.s.2011@yandex.ua

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Smetuh Nadezhda Pavlovna — applicant.
Supervisor:
Chernyi Sergey Grigorievich —
PhD, associate professor.
Kerch State Maritime Technological University
nadya.s.2011@yandex.ua

Статья поступила в редакцию 19 апреля 2016 г.

УДК 004.421.2, 004.42, 004.055

**В. Е. Марлей,
Е. С. Федорина**

АНАЛИЗ И ОБРАБОТКА ПОТОКОВ ДАННЫХ В ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ ПОРТА

Статья посвящена вопросам учёта, анализа и обработки данных о перегрузочных машинах в информационных системах морских (речных) портов. В качестве перегрузочных машин порта рассмотрены грузоподъемные машины, машины непрерывного транспорта, внутривозвратный транспорт и складские технологические машины. Рассмотрены понятия многокомпонентных потоков и долевого структур, приведены их описания. Рассмотрена модель взаимодействия многокомпонентных потоков на примере данных о перегрузочных машинах порта. Приведён алгоритм анализа и обработки данных об оборудовании порта на основе многокомпонентных потоков и долевого структур. Суть алгоритма заключается в подразделении данных на отдельные потоки в настоящий момент времени. Данные обрабатываются в каждом потоке в последующие моменты времени. На основе приведённого алгоритма написано пользовательское приложение для информационной системы порта.

Ключевые слова: информационная система, информационные потоки, анализ и обработка данных, многокомпонентные потоки, долевые структуры.

Введение

Современное техническое оснащение морских и речных портов, а также других объектов водного транспорта (ОВТ) невозможно представить без информационных систем (ИС), поскольку в портах и на других объектах воднотранспортной отрасли циркулирует огромное количество данных [1], [2]. В частности, для связи и информационной поддержки различных ОВТ (подвижных и неподвижных) используют распределённые информационные системы (РИС) [3]. Также на ОВТ используют автоматизированные информационные системы (АИС) [2]. ИС портов и других объектов воднотранспортной отрасли обрабатывают различные виды данных (фото- и видеоматериалы, звуковые сигналы с шумом и без и др.), в том числе и данные, представляющие собой сложные объекты. К таким данным относятся различные географические, пространственные, атрибутивные сведения о различных ОВТ. Географические и пространственные данные удобно хранить в геоинформационных системах (ГИС) [4], [5]. В отличие от атрибутивных («семантических») данных, которые можно описать реляционной моделью, географические и пространственные сведения описывают более сложными моделями организации данных, например, геореляционной [5]. Для эффективной работы с данными различных ИС воднотранспортной отрасли целесообразно подразделять все сведения, циркулирующие в ИС, на отдельные информационные потоки (ИП). Доктор технических наук, профессор Д. В. Ландэ занимается поиском и внедрением различных