

УДК 681.5

DOI: 10.15587/1729-4061.2016.61152

РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ КОМБИНИРОВАННОЙ МОДЕЛИ ТРЕНАЖЕРА ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ СУДОВОДИТЕЛЕЙ ТРАЛОВОГО И КОШЕЛЬКОВОГО ЛОВА

Н. П. Сметюх
Аспирант*

E-mail: golosa@mail.ru

А. А. Шнуренко

Доктор технических наук, профессор

Кафедра судоремонта**

E-mail: otd_o@gumrf.ru

С. П. Голиков

Кандидат технических наук, доцент*

В. А. Жуков

Доктор технических наук, доцент

Кафедра теории и конструкции

судовых двигателей внутреннего сгорания**

E-mail: va_zhukov@rambler.ru

С. Г. Черный

Кандидат технических наук, доцент*

E-mail: sergiiblack@gmail.com

*Кафедра электрооборудования

судов и автоматизации производства

Керченский государственный

морской технологический университет

ул. Орджоникидзе, 82, г. Керчь, 298309

**Государственный университет морского и

речного транспорта им. адмирала С. О. Макарова

ул. Двинская, 5/7, г. Санкт-Петербург, Россия, 198035

Метою і завданням досліджень було підвищення якості та інтенсифікації навчання судноводіїв траловому лову за рахунок обліку та використання індивідуальних особливостей учнів, створення нових функціональних моделей і адаптивних алгоритмів процесу навчання і тестування. В результаті досліджень розроблені методи класифікації ситуацій та критерії управління процесом навчання і тестування при усуненні критичних ситуацій

Ключові слова: інформаційні технології, адаптивне управління, моделі, критерії, алгоритм, комп'ютеризоване навчання

Целью и задачей исследований являлось повышение качества и интенсификации обучения судоводителей траловому лову за счет учета и использования индивидуальных особенностей обучаемых, создание новых функциональных моделей и адаптивных алгоритмов процесса обучения и тестирования. В результате исследований разработаны методы классификации ситуаций и критерии управления процессом обучения и тестирования при устранении критических ситуаций

Ключевые слова: информационные технологии, адаптивное управление, модели, критерии, алгоритм, компьютеризированное обучение

1. Введение

В тренажерных центрах подготовки судоводителей ведущих стран мира осуществляются поиски методологии повышения эффективности их обучения, обеспечивающей поддержку самостоятельной познавательной деятельности респондентов. Компьютеризированное обучение – коллективное и индивидуальное – стало более эффективным для решения учебных и практических задач процессу судовождения при использовании новых информационных технологий. 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 (УИС). Системы подготовки судоводителей

для тралового и кошелькового лова не используются, а специалисты до сих пор оперируют своими интуитивными знаниями и опытом работы в промысле.

2. Анализ литературных исследований и постановка проблемы

УИС способны накапливать учебный материал, методические знания лучших тьюторов и контролировать знания респондентов. Лучшие образцы систем должны использовать результаты контроля знаний респондентов для управления ходом процесса обучения. Прототипом таких информационных систем могут служить автоматизированные системы управления технологическими процессами, которые позволяют вырабатывать решения на уровне высококвалифи-

цированных специалистов и обосновывать причины принятия таких решений [1–3]. Поэтому в теории и практике компьютеризированного обучения все шире и шире используются методы искусственного интеллекта и современные информационные технологии.

Концептуальная модель адаптивной компьютеризированной системы обучения и тестирования включает: модель предметной области; модели обучаемых; модель организации процесса обучения и тестирования знаний обучаемых. Естественно, что все эти модели взаимодействуют между собой под управлением алгоритмов функционирования интеллектуальных тренажеров обучения и тестирования (ИТОТ).

Исходными данными модели предметной области являются:

- данные по структуре источников учебно-методической литературы;
- количество разделов и тем в разделах, их тексты, графики и рисунки, гиперссылки;
- структура графа (потокосая или ярусно-параллельная) знаний учебного материала.

Учебный материал дисциплины (VU) складывается из материалов разделов (VR), подразделов (VPR) и параграфов (VP). Соответствующая модель предметной области представляется в виде семантической многоуровневой сети.

Для реализации общих для обучаемых в ИТОТ методов адаптации в модели ПрО используются адаптивное представление информации в зависимости от материала учебной дисциплины и принятой методики преподавания и последовательный или параллельно-последовательный граф обучения. Применение индивидуального алгоритма ИТОТ обеспечивает интеллектуальный анализ процесса обучения по его текущим задачам, навигации по дисциплине и поддержка сотрудничества обучаемого с преподавателем. Модели ПрО рассмотрены в [3–5].

Поэтому более подробно остановимся на разработке аналитических моделей обучаемых, так как от них во многом зависят особенности организации процесса обучения и контроля знаний и в целом процесса адаптивного управления в ИТОТ. В настоящее время эволюция информационных технологий позволила использовать междисциплинарные связи для создания программ и сред обучения для моделирования и изучения объектов реального мира. Тенденция развития междисциплинарной объектно-ориентированной модели обучения привела к тому, что сегодня реализация идеи единого образовательного процесса, основанного на междисциплинарном нетрадиционном содержании, формах, методах и средствах обучения и контроля усвоения обучаемыми знаний становится реально реализуемой.

С помощью компьютерных технологий акцент ставится не только на контроле усвоения знания, а на приобретении знаний в процессе их конструирования. Речь идет не об усвоении готовых знаний, а об освоении способов получения знаний, исследования информации и ее использования для получения нового знания. При этом совершенно не исключаются традиционные способы получения знания, а уравновешиваются процессы синтеза и анализа в образовательном процессе [4–6]. Современные технологии не только содействуют лучшему усвоению знаний, но и

способствуют развитию структуры и способов интеллектуальной деятельности респондентов. Кроме этого, позволяют построить открытую систему образования, где каждый обучаемый может выбрать свою собственную траекторию обучения. Сегодня в учебных планах тренажерных центров Норвегии, Турции и странах Азово-Черноморского бассейна уделяется большое внимание самостоятельности респондентов путем введения в программы обучения большого спектра курсов по выбору, что способствует максимальному развитию способностей респондента к самообразованию. Новые информационные технологии позволяют провести раннюю дифференциацию обучения, организовать индивидуальное обучение, дистанционное обучение, предоставить разнообразные наборы образовательных услуг, обеспечить непрерывность образования.

Информационные технологии ведут к коренному изменению методов и способов получения новых знаний – эффективной организации познавательной деятельности обучаемого на основе индивидуализации обучения при сохранении целостности всего учебного процесса за счет программируемости и динамической адаптации учебных программ и учебного процесса к потребностям производства и общества [3–5].

Детализируя состояние развития данной проблематики и обзора литературных источников, следует инициализировать основные преимущества и недостатки в исследовании. Авторами [1] рассмотрены методы обработки данных без учёта специфики судовождения, но при этом [2] исследование ведется о безопасности судовождения и необходимости подготовки грамотного персонала морской отрасли. Проблематика исследований частично отражена с позиции обучения в [3], где приведены методы дистанционного обучения, но для подготовки специалистов тралового лова этот метод не является актуальным, т. к. уклон ведётся на дидактические курсы традиционных дисциплин. В источнике [4] рассмотрены модели принятия решений в условиях нечёткой неопределённости без учёта особенностей тралового лова. В работе [5] изучены особенности поведения персонала в сложных ситуациях, но аспекты обучения специалистов тралового лова не учтены. Литературный анализ зарубежных источников [2, 3, 6] предлагает модель подготовки специалистов для судов торгового флота, но совершенно не рассматривает особенности судов типа БМРТ (большой морозильный рыболовецкий траулер).

Все вышесказанное определяет актуальность проблемы 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. Так как в основе контроля знаний обучаемых в автоматизированных системах обучения лежит метод компьютеризированного тестирования, будем называть их интеллектуальными тренажерами обучения и тестирования.

3. Цель и задачи исследований

Для повышения качества и интенсификации компьютеризированного обучения судоводителей траловому лову разработана модель интеллектуального тре-

нажера обучения судоводителей траловому лову. Эта модель учитывает и использует индивидуальные особенности обучаемых, а также особенности адаптивных алгоритмов процесса обучения и тестирования.

Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач:

- развитие элемента модели ИТОТ для подготовки специалистов тралового и кошелькового лова;
- детализация блоков модели и оптимизация её характеристик для реализации её методами объектно-ориентировочного программирования;
- структуризация блока математической модели и реализация ориентировочных структур для этой модели.

Объектом исследования являются процессы разработки моделей и алгоритмов обучения и контроля знаний обучаемых в ИТОТ.

Предметом исследования являются информационные технологии ИТОТ.

4. Материалы 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 улучшение процесса минимизации ошибки при вычислении результата.

5. Результаты исследований математических структур модели обучения

При управлении сложным объектом, каким является процесс обучения, эффективность управления прямо зависит от адекватности модели объекта обучения.

Формально на стадии структурного синтеза модели обучения строится ее описание в виде [2, 7, 8]:

$$Y=f(X, U, C), \quad (1)$$

где f – выбранный оператор, параметры которого C предстоит определить на следующих этапах.

При этом, естественно, должна быть определена структура входа X , управления U и выхода Y .

Т. е. в задачах обучения модель обучаемого F представляет собой оператор, определяющий его реакцию Y на обучение U в заданных условиях X , в которых происходит обучение. Это обучение обычно имеет две составляющие:

$$U=\langle U1, U2\rangle, \quad (2)$$

где $U1$ – порция (блок) обучающей информации, которую следует усвоить обучаемому; $U2$ – контрольные вопросы, на которые обучаемый должен ответить в форме Y при тестировании.

Идентификация параметров C модели объекта обучения осуществляется по наблюдениям поведения объекта в режиме нормальной эксплуатации, т. е.

при отсутствии управления. Т. е. наблюдения $\langle X', Y' \rangle$ ($i=1, \dots, L$) здесь являются источником необходимой информации для идентификации параметров C . Очевидно, что при этом на вход X объекта управления должна подаваться достаточно разнообразная тестирующая информация, чтобы проявились свойства обучаемого, необходимые для идентификации его параметров. Модель адаптивного управления обучением позволяет оптимизировать процессы обучения, если в ее составе используются аналитические модели обучаемых [5–8], которые учитывают их основные характеристики.

Поэтому в задачах обучения для определения параметров C объекта управления (обучаемых) выполняется процедура синтеза тестов, с помощью которых и определяются параметры (основные характеристики обучаемых) C . Естественно, что тесты должны быть построены таким образом, чтобы при минимальном их числе и минимальной сложности тестов ответы на них несли максимальную информацию о характеристиках обучаемых и позволяли оценить начальный, промежуточные и конечный уровень их знаний по учебной дисциплине. В конечном итоге это позволит организовать адаптивное к индивидуальным процессам управление в ИТОТ.

Обеспечение индивидуального подхода к процессу адаптивного управления обучением возможно, если в системе есть процедура автоматического определения типов обучаемых (модель обучаемых), а также событий управления процессом обучения и тестирования (ПОТ) сети ИТОТ.

Для построения моделей типов обучаемых и событий управления нужно ввести алфавиты двух классов: типов обучаемых и событий управления ПОТ в сети ПЭВМ ИТОТ. Обозначим их: управления ПОТ – КУ; обучаемых – КО.

Для описания событий управления ПОТ ПЭВМ сети ИТОТ введем алфавит КУ:

$$КУ=\{k_1^1, k_2^1, k_3^1, k_4^1, k_5^1, k_6^1, k_7^1, k_8^1, k_9^1, k_{10}^1\},$$

где k_1^1 – «запустить ПОТ»; k_2^1 – «продолжать ПОТ»; k_3^1 – «остановить ПОТ»; k_4^1 – «изучить учебный материал»; k_5^1 – «начать тестирование»; k_6^1 – «повторить вопросы задания»; k_7^1 – «повторить тест»; k_8^1 – «повторить задание на $\langle m-1 \rangle$ уровне»; k_9^1 – «повторить задание на m -уровне»; k_{10}^1 – «закончить тестирование».

Для описания классов алфавитов будем использовать множество признаков возможных событий, характеризующих процессы выполнения тестовых заданий в ЭВМ обучаемых ИТОТ:

$$X=\{NW, T, T_d, MO, MO_d, R, R_d, O, O_d, Q, Tras, Ttem, Tzan\},$$

где NW – количество вопросов в TV тесте; T – время, допустимое на тестирование в TV тесте; T_d – результаты сравнения допустимого и текущего времени на выполнение тестового задания в TV («да», «нет»); MO – количество ошибок, допустимое в TV тестового задания; MO_d – результаты сравнения допустимого и фактического количества ошибок («да», «нет») в TV тестового задания; R – допустимое количество повторений вопроса в TV тестового задания; R_d – результаты сравнения допустимого и фактического количества

повторений вопроса в TV тестового задания; O – оценка за TV теста в заданной метрике; Od – результаты сравнения оценки с допустимой для TV теста; Q={трд, ттд, тзд} – директивное время изучения материала раздела, темы и занятия соответственно; Tras=трд–trт>0 – результаты сравнения директивного на изучение материалов раздела дисциплины времени с текущим («да – директивное больше текущего», «нет – текущее превышает директивное»); Ttem=ттд–ттт>0 – результаты сравнения допустимого на изучение темы дисциплины времени с текущим («да», «нет»); Tzan=тзд–тzt>0 – результаты сравнения допустимого на изучение материалов занятия дисциплины времени с текущим («да», «нет»).

Введем алфавит типов обучаемых:

$$KO_2 = \{k_1^2, k_2^2, k_3^2, k_4^2, k_5^2\},$$

где k_1^2 ={начинающий}, k_2^2 ={слабый}, k_3^2 ={средний}, k_4^2 ={сильный}, k_5^2 ={очень сильный}.

Формализованное описание эталонных значений количественных и качественных признаков для описания событий управления и типов обучаемых можно представить в виде:

$$F_n^r(X_m) = \left\{ \mu_n^r(X_m), \pi_n^r(X_m) \right\},$$

где $F_n^r(X_m)$ – множество эталонных значений признаков X_m , $m=1, \dots, M$ – номер признака, M – количество признаков, используемых для описания типов обучаемых; $\mu_n^r(X_m)$ – признак объекта (события), характеризующие его принадлежность к n-му классу r-го алфавита по значению количественного признака X_m ; $\pi_n^r(X_m)$ – признак объекта (события), характеризующие его принадлежность к n-му классу r-го алфавита по значению качественного признака X_m .

Так, например, качественные значения результатов сравнения длительности директивного значения времени с текущими («да», «нет») на изучение материалов раздела (темы) дисциплины можно записать в виде множества:

$$\pi_n^1(Tras) = \{ \pi_1^1(Tras), \pi_2^1(Tras) \},$$

где $\pi_1^1(Tras)$ =да, а $\pi_2^1(Tras)$ =нет,

$$\pi_n^1(Ttem) = \{ \pi_1^1(Ttem), \pi_2^1(Ttem) \},$$

где $\pi_1^1(Ttem)$ =да, а $\pi_2^1(Ttem)$ =нет.

Аналогично можно описать и количественные признаки объекта управления.

Формальное описание эталонных значений признаков при описании классов алфавитов КУ и КО может быть представлено в виде следующих множеств:

$$\mu_n^2(NW) = \{ \mu_1^2(NW), \mu_2^2(NW), \mu_3^2(NW), \mu_4^2(NW), \mu_5^2(NW) \},$$

$$\mu_n^2(T) = \{ \mu_1^2(T), \mu_2^2(T), \mu_3^2(T), \mu_4^2(T), \mu_5^2(T) \},$$

$$\mu_n^2(MO) = \{ \mu_1^2(MO), \mu_2^2(MO), \mu_3^2(MO), \mu_4^2(MO), \mu_5^2(MO) \},$$

$$\mu_n^2(R) = \{ \mu_1^2(R), \mu_2^2(R), \mu_3^2(R), \mu_4^2(R), \mu_5^2(R) \},$$

$$\mu_n^2(O) = \{ \mu_1^2(O), \mu_2^2(O), \mu_3^2(O), \mu_4^2(O), \mu_5^2(O) \}, \quad (3)$$

$$\pi_n^2(T_d) = \{ \pi_1^2(T_d), \pi_2^2(T_d), \pi_3^2(T_d), \pi_4^2(T_d), \pi_5^2(T_d) \},$$

$$\pi_n^2(MO_d) = \{ \pi_1^2(MO_d), \pi_2^2(MO_d), \pi_3^2(MO_d), \pi_4^2(MO_d), \pi_5^2(MO_d) \},$$

$$\pi_n^2(R_d) = \{ \pi_1^2(R_d), \pi_2^2(R_d), \pi_3^2(R_d), \pi_4^2(R_d), \pi_5^2(R_d) \},$$

$$\pi_n^2(O_d) = \{ \pi_1^2(O_d), \pi_2^2(O_d), \pi_3^2(O_d), \pi_4^2(O_d), \pi_5^2(O_d) \},$$

$$\pi_n^1(Tras) = \{ \pi_1^1(Tras), \pi_2^1(Tras) \},$$

$$\pi_n^1(Ttem) = \{ \pi_1^1(Ttem), \pi_2^1(Ttem) \},$$

$$\pi_n^1(Tzan) = \{ \pi_1^1(Tzan), \pi_2^1(Tzan) \}.$$

Используя множества текущих признаков

$$X_j = \left\{ NW_j, T_j, T_{dj}, MO_j, MO_{dj}, R_j, R_{dj}, O_j, O_{dj}, Q, Tras_j, Ttem_j, TZzan_j \right\},$$

характеризующих для каждого j-го участника процесса обучения тест TV_{kn}, j=1, J, где J – количество обучаемых в группе и правила представления значений признаков в виде множеств, получим формализованное описание параметров обучаемых в виде множеств количественных $\mu(X_j)$ и качественных $\pi(X_j)$ текущих признаков.

При операции сравнения возможно совпадение либо несовпадение значений признаков заданного экспертного и полученного текущего описания результатов выполнения теста. Равенство количественных и качественных полученного текущего и экспертного значений признаков определяет класс события:

$$\mu A(X_j) = \mu B(X_j), \quad \pi A(X_j) = \pi B(X_j), \quad (4)$$

где $\mu A(X_j)$, $\pi A(X_j)$, $\mu B(X_j)$, $\pi B(X_j)$ – соответственно значения экспертного и текущего количественных и качественных признаков событий X_j .

Соответствие $F(k_n^r)$ анализируемого события к n-му классу r-го алфавита определяется по равенству единице значения интерпретированного события для одного из классов [9–13]:

$$F(k_n^r) = \begin{cases} \nu_n^r = \mu A(X_k) \wedge \mu B(X_k), & \forall k \in K, \\ \pi_n^r = \pi A(X_s) \wedge \pi B(X_s), & \forall s \in S, \end{cases} \quad (5)$$

где n – порядковый номер класса в соответствующем r алфавите событий; k – порядковый номер количественного признака; K – количество номеров количественных признаков n-го класса; s – порядковый номер качественного признака; S – количество номеров качественных признаков n-го класса.

Для принятия решения о классе события будем использовать правило единичного значения функции

принадлежности событий к классам г-го алфавита, где дробь означает, что класс события принадлежит именно к искомому алфавиту.

Описание моделей F классов алфавита типов обучаемых признаками можно представить в виде следующих логических выражений:

Начинающий

$$KO1. \forall j \left[\begin{array}{l} (v_1^2(NW_j) \wedge v_1^2(T_j) \wedge \\ \wedge v_1^2(MO_j) \wedge v_1^2(R_j) \wedge v_1^2(O_j)) \wedge \\ \wedge (\pi_1^2(T_{dj}) \wedge \pi_1^2(MO_{dj}) \wedge \\ \wedge \pi_1^2(R_{dj}) \wedge \pi_1^2(O_{dj})) \end{array} \right] \equiv T \rightarrow F(k_1^2);$$

Слабый

$$KO2. \forall j \left[\begin{array}{l} (v_2^2(NW_j) \wedge v_2^2(T_j) \wedge \\ \wedge v_2^2(MO_j) \wedge v_2^2(R_j) \wedge v_2^2(O_j)) \wedge \\ \vee (\pi_2^2(T_{dj}) \wedge \pi_2^2(MO_{dj}) \wedge \\ \wedge \pi_2^2(R_{dj}) \wedge \pi_2^2(O_{dj})) \end{array} \right] \equiv T \rightarrow F(k_2^2);$$

Средний

$$KO3. \forall j \left[\begin{array}{l} (v_3^2(NW_j) \wedge v_3^2(T_j) \wedge \\ \wedge v_3^2(MO_j) \wedge v_3^2(R_j) \wedge v_3^2(O_j)) \wedge \\ \wedge (\pi_3^2(T_{dj}) \wedge \pi_3^2(MO_{dj}) \wedge \\ \wedge \pi_3^2(R_{dj}) \wedge \pi_3^2(O_{dj})) \end{array} \right] \equiv T \rightarrow F(k_3^2);$$

Сильный

$$KO4. \forall j \left[\begin{array}{l} (v_4^2(NW_j) \wedge v_4^2(T_j) \wedge \\ \wedge v_4^2(MO_j) \wedge v_4^2(R_j) \wedge v_4^2(O_j)) \wedge \\ \wedge (\pi_4^2(T_{dj}) \wedge \pi_4^2(MO_{dj}) \wedge \\ \wedge \pi_4^2(R_{dj}) \wedge \pi_4^2(O_{dj})) \end{array} \right] \equiv T \rightarrow F(k_4^2);$$

Очень сильный

$$KO5. \forall j \left[\begin{array}{l} (v_5^2(NW_j) \wedge v_5^2(T_j) \wedge \\ \wedge v_5^2(MO_j) \wedge v_5^2(R_j) \wedge v_5^2(O_j)) \wedge \\ \wedge (\pi_5^2(T_{dj}) \wedge \pi_5^2(MO_{dj}) \wedge \\ \wedge \pi_5^2(R_{dj}) \wedge \pi_5^2(O_{dj})) \end{array} \right] \equiv T \rightarrow F(k_5^2).$$

Решение о типе обучаемого будет приниматься в соответствии с формулой (5).

Таким образом, в ИТОГ модели обучаемых Fj формируются динамически на основании анализа индивидуальных количественных и качественных параметров каждого из них, полученных по итогам тестирования в заданные моменты времени тем и разделов

учебной дисциплины. Тем самым, после каждого тестирования, по его результатам, обучаемый относится к определенному типу, что позволяет в динамике изменять управление ПОТ при изучении различных тем и разделов учебной дисциплины.

Описание событий управления U классов алфавита $KU = \{k_1^1, k_2^1, k_3^1, k_4^1, k_5^1, k_6^1, k_7^1, k_8^1, k_9^1, k_{10}^1\}$ признаками можно представить в виде следующих логических выражений:

KУ1. Запустить ПОТ

$$\forall j, n, k \left[\begin{array}{l} (F(k_1^2) \vee F(k_2^2) \vee \\ \vee F(k_3^2) \vee F(k_4^2) \vee F(k_5^2)) \wedge \\ \wedge (\pi_1^1(T_{tem_k}) \vee \\ \vee \pi_1^1(Tras_k) \vee \pi_1^1(Tzan_k)) \end{array} \right] \equiv T \rightarrow F(k_1^1);$$

KУ2.Продолжить ПОТ

$$\forall j, k, n \left[\begin{array}{l} (F(k_1^2) \vee F(k_2^2) \vee F(k_3^2) \vee F(k_4^2) \vee F(k_5^2)) \wedge \\ \wedge ((\pi_1^1(T_{tem_k}) \vee \pi_2^1(Tras_k) \vee \pi_2^1(Tzan_k)) \vee \\ \vee (\pi_2^1(T_{tem_k}) \vee \pi_1^1(Tras_k) \vee \pi_2^1(Tzan_k)) \vee \\ \vee (\pi_2^1(T_{tem_k}) \vee \pi_2^1(Tras_k) \vee \pi_1^1(Tzan_k)) \end{array} \right] \equiv T \rightarrow F(k_2^1);$$

KУ3. Остановить ПОТ

$$\forall j, k, n \left[\begin{array}{l} (F(k_1^2) \vee F(k_2^2) \vee F(k_3^2) \vee F(k_4^2) \vee F(k_5^2)) \wedge \\ \wedge (\pi_1^1(T_{tem_k}) \wedge \pi_1^1(Tras_k) \wedge \pi_1^1(Tzan_k)) \vee \\ \vee (\pi_1^1(T_{tem_k}) \wedge \pi_2^1(Tras_k) \wedge \pi_1^1(Tzan_k)) \vee \\ \vee (\pi_1^1(T_{tem_k}) \wedge \pi_1^1(Tras_k) \wedge \pi_2^1(Tzan_k)) \end{array} \right] \equiv T \rightarrow F(k_3^1);$$

KУ4. Изучить учебный материал

$$\forall j, k, n \left[\begin{array}{l} (F(k_1^2) \vee F(k_2^2) \vee (F(k_3^2) \vee F(k_4^2) \vee F(k_5^2))) \wedge \\ \wedge (\pi_1^1(T_{tem_n}) \wedge \pi_2^1(Tras_k) \wedge \pi_2^1(Tzan_k)) \vee \\ \vee (\pi_2^1(T_{tem_n}) \wedge \pi_1^1(Tras_k) \wedge \pi_2^1(Tzan_k)) \vee \\ \vee (\pi_2^1(T_{tem_k}) \wedge \pi_2^1(Tras_k) \wedge \pi_1^1(Tzan_k)) \end{array} \right] \equiv T \rightarrow F(k_4^1);$$

KУ5. Начать тестирование

$$\forall j, k, n \left[\begin{array}{l} (F(k_1^2) \vee F(k_2^2) \vee (F(k_3^2) \vee F(k_4^2) \vee F(k_5^2))) \wedge \\ \wedge (\pi_1^1(T_{tem_n}) \wedge \pi_2^1(Tras_k) \wedge \pi_2^1(Tzan_k)) \\ (\pi_2^1(T_{tem_{kn}}) \wedge \pi_1^1(Tras_k) \wedge \pi_2^1(Tzan_k)) \vee \\ \vee (\pi_2^1(T_{tem_n}) \wedge \pi_2^1(Tras_k) \wedge \pi_1^1(Tzan_k)) \end{array} \right] \equiv T \rightarrow F(k_5^1);$$

KУ6. Повторить вопрос задания

$$\forall j, k, n \left[\begin{array}{l} (F(k_1^2) \vee F(k_2^2) \vee F(k_3^2)) \vee F(k_4^2) \wedge \\ \wedge (\pi_1^1(T_{tem_{kn}}) \vee \pi_2^1(Tras_k) \vee \pi_2^1(Tzan_k)) \vee \\ \vee (\pi_2^1(T_{tem_{kn}}) \vee \pi_1^1(Tras_k) \vee \pi_2^1(Tzan_k)) \vee \\ \vee (\pi_2^1(T_{tem_{kn}}) \vee \pi_2^1(Tras_k) \vee \pi_1^1(Tzan_k)) \end{array} \right] \equiv T \rightarrow F(k_6^1);$$

КУ7. Повторить тест

$$\forall j, k, n \left[\begin{array}{l} (F(k_1^2) \vee F(k_2^2) \vee F(k_3^2)) \wedge ((\pi_1^1(Ttem_{kn}) \vee \\ \vee \pi_2^1(Tras_k) \vee \pi_2^1(Tzan_k)) \vee \\ \vee (\pi_2^1(Ttem_{kn}) \vee \pi_1^1(Tras_k \vee \pi_2^1(Tzan_k))) \vee \\ \vee (\pi_2^1(Ttem_{kn}) \vee \pi_2^1(Tras_k \vee \pi_1^1(Tzan_k)))) \end{array} \right] \equiv T \rightarrow F(k_7^1);$$

КУ8. Перейти к тестовому заданию на «m-1» уровне

$$\forall j, k, n \left[\begin{array}{l} (F(k_1^2) \vee F(k_2^2)) \wedge (\pi_1^1(Tras_k) \vee \\ \vee \pi_2^1(Ttem_{kn}) \vee \pi_2^1(Tzan_k)) \vee \\ \vee (\pi_2^1(Ttem_{kn}) \vee \pi_1^1(Tras_k \vee \pi_2^1(Tzan_k))) \vee \\ \vee (\pi_2^1(Ttem_{kn}) \vee \pi_2^1(Tras_k \vee \pi_1^1(Tzan_k))) \end{array} \right] \equiv T \rightarrow F(k_8^1);$$

КУ9. Перейти к тестовому заданию на m-уровне

$$\forall j, k, n \left[\begin{array}{l} (F(k_1^2) \vee F(k_2^2)) \wedge (\pi_1^1(Tras_k) \vee \\ \vee \pi_1^1(Ttem_{kn}) \vee \pi_1^1(Tzan_k)) \vee \\ \vee (\pi_1^1(Ttem_{kn}) \vee \pi_1^1(Tras_k \vee \pi_1^1(Tzan_k))) \vee \\ \vee (\pi_1^1(Ttem_{kn}) \vee \pi_1^1(Tras_k \vee \pi_1^1(Tzan_k))) \end{array} \right] \equiv T \rightarrow F(k_9^1);$$

КУ10. Закончить тестирование

$$\forall j, k, n \left[\begin{array}{l} (F(k_1^2) \vee F(k_2^2) \vee F(k_3^2)) \vee F(k_4^2) \\ \vee F(k_5^2) \wedge (\pi_1^1(Ttem_{kn}) \vee \pi_1^1(Tras_k) \vee \\ \vee \pi_1^1(Tzan_k)) \vee (\pi_2^1(Ttem_{kn}) \vee \\ \vee \pi_2^1(Tras_k) \vee \pi_2^1(Tzan_k)) \end{array} \right] \equiv T \rightarrow F(k_{10}^1).$$

Для классов алфавита КУ решение об управлении в ИТОТ будет определяться выражением (5). Значения $F(k_n^1)$ представляют собой текущие значения признака «управление» (КУj) для распознавания классов алфавита КУ.

Таким образом, синтезированы аналитические модели обучаемых пяти типов и событий управления обучением в виде классов алфавитов управления КУ и обучаемых КО. Использование этих моделей обучаемых в процессе управления позволяет адаптировать процесс обучения и тестирования в ИТОТ к их индивидуальным характеристикам.

7. Обсуждение результатов исследований модели подготовки специалистов тралового и кошелькового лова

Рассмотрим модель организации процесса обучения и тестирования в ИТОТ. Для модели организации процесса обучения и тестирования в КСОТ (компьютерная система обучения и тестирования) исходными данными являются: программы учебных дисциплин обучения; тематические планы учебных дисциплин обучения; тестовые задания по темам и разделам учебной дисциплины; экспертные данные для организации всех видов тестового контроля.

На основе задач обучения, индивидуальных особенностей обучаемых и отведенного времени на изучение тем и разделов учебной дисциплины из возможных педагогических технологий, описанных методическими знаниями (VM1,...,VMN, VS1,...,VSK), системой управления учебным процессом КСОТ формируется методика обучения – набор методов обучения для j-го обучаемого.

Затем моделью организации учебного процесса, с учетом определенных адаптивной системой управления КСОТ начального уровня знаний обучаемого и выбранной для него методики обучения, из исходных знаний (L01,...,L0K) формируются порции U1 учебного материала (уровень занятий), контрольных заданий U2 тестов тем и разделов (L1,...,Lk).

Таким образом, модель организации учебного процесса позволяет представить учебный материал дисциплины (LU) в виде ярусно-параллельного графа определенным образом сгруппированных блоков знаний разделов LR1,...,LRM и тем разделов LT1,...,LTK. В этом случае обучение с использованием КСОТ производится путем предъявления обучаемым последовательности сформированных для изучения порций знаний учебного материала и контрольных заданий. Результаты тестирования используются системой для адаптации к текущим характеристикам обучаемых, что позволяет оперативно корректировать знания обучаемых по изучаемым темам и разделам.

При этом путем обхода семантической сети учебного материала в соответствии с текущим ответом обучаемого, СКТ ему выдает очередные вопросы и получает ответы на них. Результаты тестирования формируются автоматически по заданным критериям и сохраняются в электронном журнале. Так, если по результатам текущего тестирования темы (раздела) учебной дисциплины, обучаемый показал отличные, хорошие и удовлетворительные знания, то выдается команда на продолжение изучения следующей темы или раздела. В противном случае возможно два варианта построения системы тестирования.

1. Если обучаемый не отвечает на заданное количество вопросов тестового задания m-го уровня, то по общим результатам за тест он получает неудовлетворительную оценку и блоком SKNi будет автоматически спущен для повторения необходимого материала на m-1 уровень графа знаний. Тестовое задание на данном уровне должно быть легче, чем на m-ом и содержать те знания, которые раскрывают и поясняют знания на более высоком уровне. На этом уровне усвоенные обучаемым знания также контролируются и он может вернуться m-й уровень только после успешного окончания тестирования. В противном случае дается команда на повторение учебного материала темы или раздела.

2. Если обучаемый делает ошибки и не отвечает на задание теста заданное количество раз, то он получает неудовлетворительную оценку за данный вопрос тестового задания и, как и в первом случае, блоком SKNi будет автоматически спущен для повторения необходимого материала на m-1 уровень графа знаний. То есть, в этом случае, спуск на нижний уровень, повторение знаний вопроса и возврат на высший

уровень осуществляются при каждой неудовлетворительной оценке, полученной на более высоком уровне знаний темы или раздела учебной дисциплины. Если же обучаемый не отвечает на вопрос $m-1$ уровня графа знаний, то он получает неудовлетворительную оценку за данный тест в целом.

Таким образом, устанавливается текущий уровень знаний обучаемых и на основании этого проводится адаптация ИТОТ к характеристикам обучаемых путем оперативной коррекции хода усвоения знаний. При этом изменяется траектория обучения и, естественно, ход ПОТ в ПЭВМ обучаемых. По завершении определенного этапа обучения аналогично производится рубежный по разделу или итоговый контроль знаний обучаемого по учебной дисциплине.

По итогам выходного контроля на основе полученных данных принимается решение о завершении обучения или корректировке знаний обучаемых. При этом на всех этапах контроля путем накопления оценок по темам и разделам формируются рейтинговые оценки обучаемых по учебной дисциплине.

Разработанная модель компьютеризированного обучения и тестирования позволяет решить следующие функциональные информационные задачи:

- описать базу учебных и методических знаний предметной области ИТОТ;
- сформировать порции учебного материала для индивидуального предоставления их обучаемым;
- определить путем тестирования текущую оценку и степень усвоения каждым обучаемым текущего материала;
- определить рейтинговые оценки обучаемых по учебной дисциплине.

Таким образом, если модель организации учебного процесса в ИТОТ построена по описанным выше принципам, то процесс обучения может быть как коллективным, так и индивидуальным и не требует вмешательства преподавателя. Это позволяет использовать ИТОТ не только в системе дистанционного обучения (веб-квест технология обучения), но и при аудиторных занятиях. Следует также отметить, что платформа для подготовки специалистов (ее математический компонент) является универсальной, но интеллектуальный блок адаптивной настройки в результате применения к отраслевой направленности имеет свои особенности представления данных, которые адаптивны. На сегодняшний день существуют имитационные комплексы подготовки судоводителей от компании Транзас, которые воссоздают имитационные модели, но только для судов современного флота, при этом суда типа БМРТ или другие (до 1995 года постройки) не задействованы. Постепенно данный тип судов «старой постройки» будет обновлен, но для этого нужны колоссальные средства, которых нет, а процесс лова продолжается. Добавление эффектов визуализации, комплексной мультимедиа, улучшит разрабатываемую модель, но

это требует и колоссальных вложений средств и затрат. Составляющая модели «накопление опытных интуитивных данных» в силу этого может считаться уникальной.

8. Выводы

Для реализации общих для обучаемых в ИТОТ методов адаптации в модели ПрО используются: адаптивное представление информации в зависимости от материала учебной дисциплины и принятой методики преподавания (последовательный или параллельно-последовательный граф обучения). Индивидуально по каждому обучаемому алгоритмами ИТОТ обеспечиваются интеллектуальный анализ процесса обучения, его текущих задач, навигация по дисциплине и поддержка сотрудничества обучаемого с преподавателем.

1. Для формализованного описания задач управления ИТОТ разработаны модели знаний о процессе определения категорий обучаемых и событий управления. Синтезированы аналитические модели обучаемых пяти типов и событий управления обучением в виде классов алфавитов управления и обучаемых. Аналитические модели обучаемых и событий управления позволяют определять и изменять тип обучаемого на каждом этапе изучения материалов учебной дисциплины в зависимости от результатов тестирования знаний на данном этапе и принимать решения по управлению учебным процессом в зависимости от результатов усвоения обучаемым информации. Это позволяет адаптировать ПОТ в ЭВМ сети ИТОТ к индивидуальным характеристикам обучаемых и динамично управлять ПОТ.

2. На основе аналитических моделей обучаемых и событий управления разработаны: модель организации системы управления ИТОТ, адаптивной к характеристикам обучаемых, и структурная схема адаптивной ИТОТ. Определены критерии управления ПОТ адаптивной ИТОТ. Разработаны методы классификации ситуаций и критерии управления процессом обучения и тестирования при устранении критических ситуаций. Разработаны модель процесса обучения и тестирования, а также алгоритм функционирования ПОТ в сети ИТОТ.

Модель организации учебного процесса ИТОТ под управлением алгоритма функционирования ПОТ решает задачи процессов:

- единого представления в ИТОТ знаний предметных областей;
- формирования блоков обучающей информации;
- описания базы знаний тестового контроля;
- управления ходом учебного процесса;
- организации текущего и рейтингового контроля знаний обучаемых по учебной дисциплине для управления ПОТ ПЭВМ сети ИТОТ и набора статистики по результатам процесса обучения.

Литература

1. Айвоян, С. А. Классификация многомерных наблюдений: Монография [Текст] / С. А. Айвоян, З. И. Бажаева, О. В. Староверцев. – М.: Статистика, 1974. – 240 с.

2. McGuinness, E. A systems engineering approach to implementation of safety management systems in the Norwegian fishingfleet [Text] / E. McGuinness, I. B. Utne // Reliability Engineering & System Safety. – 2014. – Vol. 121. – P. 221–239. doi: 10.1016/j.res.2013.08.002
3. Dunlosky, J. Do students use testing and feedback while learning? A focus on key concept definitions and learning to criterion [Text] / J. Dunlosky, K. A. Rawson // Learning and Instruction. – 2015. – Vol. 39. – P. 32–44. doi: 10.1016/j.learninstruc.2015.05.003
4. Алтунин, А. Е. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях: Монография [Текст] / А. Е. Алтунин, М. В. Семухин. – Тюмень: Изд-во Тюменского государственного университета, 2000. – 352 с.
5. Поспелов, Д. А. Ситуационное управление. Теория и практика: Монография [Текст] / Д. А. Поспелов. – М.: Наука, 1986. – 284 с.
6. Training for navigators, agents, brokers, and other assisters [Electronic resource]. – Available at: <https://marketplace.cms.gov/technical-assistance-resources/training-materials/training.html>
7. Division of Insurance Agent and Agency Services [Electronic resource]. – Available at: <http://www.myfloridacfo.com/Division/Agents/Licensure/Education/default.htm>
8. Hertz, T. Boosting Margin Based Distance Functions for Clustering [Text] / T. Hertz, A. Bar-Hillel, D. Weinshall // Proceedings of the twenty-first international conference on Machine learning, 2004. – 50 p. doi: 10.1145/1015330.1015389
9. SCANMAR [Electronic resource]. – Available at: <http://www.scanmar.no/en/Manuals/>
10. Chernyi, S. G. Elements of the introspective analysis to evaluate software in navigation [Text] / S. G. Chernyi, V. Yu. Budnik // Proceedings 22nd Saint Petersburg International Conference on Integrated Navigation Systems ICINS 2015. – Saint Petersburg, 2015. – P. 147–150.
11. Chernyi, S. The implementation of technology of multi-user client-server applications for systems of decision making support [Text] / S. Chernyi // Metallurgical and Mining Industry. – 2015. – Vol. 3. – P. 60–65.
12. Zhilenkov, A. Investigation performance of marine equipment with specialized information technology [Text] / A. Zhilenkov, S. Chernyi // Procedia Engineering. – 2015. – Vol. 100. – P. 1247–1252. doi: 10.1016/j.proeng.2015.01.490
13. Chernyi, S. Analysis of complex structures of marine systems with attraction methods of neural systems [Text] / S. Chernyi, A. Zhilenkov // Metallurgical and Mining Industry. – 2015. – Vol. 1. – P. 37–44.