

СЦЕНАРНО-ПРОЦЕДУРНАЯ МОДЕЛЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ ТРЕНАЖЕРОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ МЕНЕДЖЕРОВ

УДК 004.946.

ДОРОВСКАЯ Ирина Александровна

к.т.н., доцент кафедры информатики и социально-гуманитарных дисциплин
Криворожского филиала Европейского университета.

Научные интересы: Информационные технологии мониторинга условий труда рабочих мест, разработка инновационного программного обеспечения для улучшения процесса производства, изучение теории принятия решений,
e-mail: irina.dora07@gmail.com

ДОРОВСКОЙ Дмитрий Владимирович

к.т.н., доцент кафедры информатики и социально-гуманитарных дисциплин
Криворожского филиала Европейского университета.

Научные интересы: Интернет, маркетинг, информационные и маркетинговые технологии,
мониторинг и диагностика горно-металлургического оборудования.
e-mail: postmaster@krivrig.e-u.in.ua

ВВЕДЕНИЕ

Последние тренды развития информационно-компьютерных технологий (ИКТ) показывают, что интерес к развитию наукоемких программных решений, включая облачные технологии, технологии умного города и др., имеет тенденцию к росту, в отличие от интереса к развитию аппаратных ресурсов. Тем самым методическая и технологическая база на уровне программного обеспечения, которая может быть использована для решения задач компьютерного моделирования (КМ), быстро расширяется и развивается, и в

краткосрочной перспективе замедления в данных процессах маловероятны.

Важность направления КМ в перспективе и повсеместность применения соответствующих технологий подтверждается тысячами статей, появляющимися по соответствующему поисковому запросу в [1]). Поэтому необходимость в разработке и реализации инструментария для обучения специалистов с использованием ВТ в области компьютерного моделирования не вызывает сомнений.

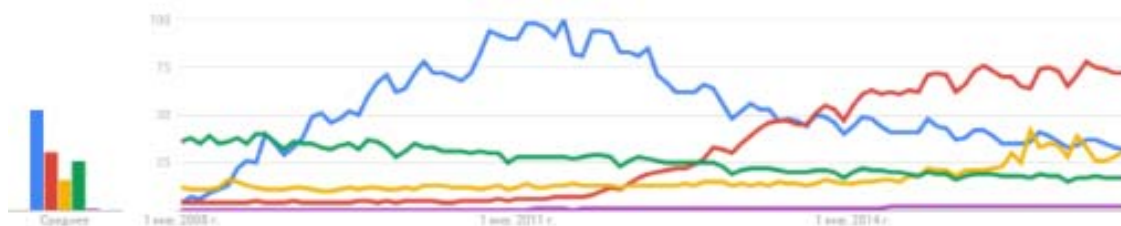


Рис. 1 — Динамика популярности запросов Cloud Computing (синий), Big Data (красный), Smart City (темно-желтый), НРС (зеленый), Hybrid Cloud (фиолетовый)

Анализ литературных данных и постановка проблемы. В таких условиях подготовка менеджеров, включающих различных специалистов, связана не только с отработкой профессиональных навыков их работы, но и с достижением главной цели – навыков работы в команде, обеспечивающих максимальную прибыль и безаварийность. При этом возникает проблема, связанная с управлением процессами тренинга и оценивания профессиональной деятельности команды менеджеров.

Целью работы является разработка и исследование моделей и методов создания и управления виртуальным тренажером, которые позволят повысить качество профессиональной подготовки менеджеров. Для достижения этой цели в работе были поставлены и решены следующие задачи:

1. Анализ опыта подготовки специалистов менеджеров на основе виртуальных тренажеров,
2. Разработка моделей для создания и управления ВТ, позволяющими реализовать индивидуальное и командное обучение различных специалистов менеджеров.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Методы исследования. В работе использованы методы теории множеств, теории графов, теории искусственного интеллекта, а также технологии объектно-ориентированного программирования.

Объектом исследования являются процессы автоматизации подготовки (переподготовки) специалистов менеджеров в учебно-тренажерных центрах.

Предметом исследования являются модели и методы управления индивидуальным и командным обучением специалистов менеджеров с использованием виртуальных тренажеров.

Материалы исследований. В соответствии с общей концепцией и конкретными требованиями экспертами предметной области формируются логические описания модели ВТ в терминах онтологии, состоящие из трех основных частей – объектов сцены, действий и сценариев. Онтология определяет возможную структуру модели ВТ, связи между компонентами и ограничения целостности. Объекты сцены предназначены для описания структуры каждого

объекта, входящего в виртуальный мир сцены, связей между объектами. Каждый объект обладает набором атрибутов, определяющих присущие ему роль, положение в пространстве, поведение и отображение в зависимости от различных условий. Каждый атрибут имеет имя, критерий обязательности и изменяемости, множество значений и тип. Атрибуты могут задавать как характеристики объекта в целом, так и характеристики состояний объекта. Набор атрибутов объекта зависит от класса объекта. Объекты делятся на следующие основные классы, образующие между собой иерархию: простой объект, изменяемый объект, составной объект, таблица (массив). Описание действий необходимо для детализации возможных вариантов взаимодействия пользователя с объектами виртуальной среды. Действия могут быть командные и интерактивные. В зависимости от назначения их описание включает различные параметры. Они могут как изменять объекты виртуальной среды ВТ, так и возвращать пользователю информационный результат. Результат действия может зависеть от атрибутов объектов и от возможных оценок для различных наборов атрибутов. Результаты действий могут быть простые (конкретные значения) и сложные (функционально получаемые значения). Сценарий описывает последовательность действий, которую должен выполнить менеджер в процессе работы с обучающим ВТ. Он может содержать переходы различных типов, ветвления, циклы, метки. С одной стороны, сценарий представляет собой граф, в узлах которого находятся действия, а дуги являются переходами от одних действий к другим. С другой стороны, сценарий – это последовательность некоторых логических этапов, где каждый этап представляет собой объединенное в группу множество узлов.

Реализация ВТ выполнена реализация обучающего тренажера, включающего обучающие задания по классическим методам исследования в образовании в соответствии с технологией разработки, описанной выше.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Структура сценарно-процедурная модели учебного материала.

Введем конечное множество $E = \{\ell_1, \ell_2, \dots, \ell_i, \dots, \ell_n\}$, где ℓ_i – обучающий блок (ℓ_i – блок) соответствует порции учебного мате-

риала и пару отношений на E, которые являются отображениями.

1) $\alpha(\ell_1, \ell_2, \dots, \ell_n)$ - отношение непосредственной связности по информации (выводимости) блока ℓ из блоков $\{\ell_1, \ell_2, \dots, \ell_n\}$.

2) $\beta(\ell_1, \ell_2, \dots, \ell_n)$ - отношение детализации знания ℓ , которое "состоит из" знаний $E = \{\ell_1, \ell_2, \dots, \ell_i, \dots, \ell_n\}$.

Определение 1. Структурной моделью учебного материала называется тройка (E, α, β) , где E множество учебных блоков, а - отношение информационной связности, b - отношение детализации.

Свойства отношений информационной связности таковы, что ℓ -блоки образуют сцепления, которые имеют начальные блоки $\{\ell_0\}$ и конечные (целевые) блоки $\{\ell_k\}$. Образно говоря, знания имеют источники $\{\ell_0\}$, промежуточные (выводимые) знания и конечные (целевые) $\{\ell_k\}$, связанную сеть передачи потоков знаний от источников к целевым обучающим блокам, поэтому модель знаний $\langle E, \alpha, \beta \rangle$ называется потоковой структурой знаний (Knowledge Flow Structure - KFS).

Граф знаний и обучающий кластер. Обучающие ℓ -блоки связываются в сеть KN (Knowledge Net) следующим образом. Каждой вершине KN сопоставляется единственный ℓ -блок. Каждой дуге KN соотносится маркер, который является кодом формулы (описания) соответствующего знания, заключенного в учебный блок. Далее маркеры обозначаются большими буквами латинского алфавита.

Исходя из того, что ℓ -блок определяет отображение, введем понятие формулы вывода.

Определение 1. Формулой вывода называется выражение вида

$$\ell(A_1, A_2, \dots, A_i, \dots, A_n) \rightarrow B \quad (1)$$

где $(A_1, A_2, \dots, A_i, \dots, A_n)$ - входные, поставляемые в блок ℓ (исходные) знания, а B - выходные (целевые) знания, полученные в результате процедуры обучения (вывода), "R" обозначает некоммутативную операцию "следует".

Каждый ℓ -блок имеет единственный выход и поэтому именем блока может служить маркер исходящей от него дуги. Все исходящие из ℓ -блока дуги имеют одинаковый маркер. Формула (1) читается так: знание B является следствием процесса научения из знаний $A_1 \& A_2 \& \dots \& A_i \& \dots \& A_n$.

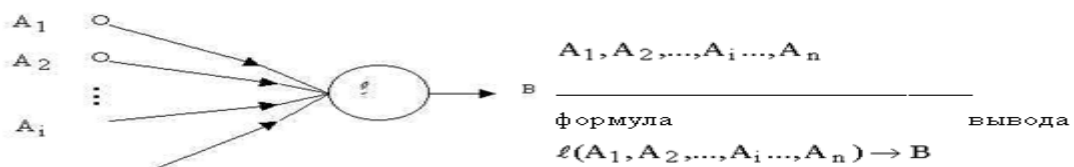


Рис. 2 - Логический блок обучения и его формула вывода

Определение 2. Граф KN есть конечный граф для отношения $\alpha \subset \{E \times E\}$, где $E = \{\ell_1, \dots, \ell_k\}$.

ℓ -блоки, и $\alpha = \langle \ell_i, \ell_j \rangle$ - есть дуга связи с маркером A_{ℓ_i} (принадлежащем блоку ℓ_i , из которого она исходит). Граф KN обладает следующими постулируемыми свойствами:

- асимметричностью
- ациклическостью

Граф KN конечен, имеет множество входных вершин (типа ℓ_0) и единственную выходную вершину (типа ℓ_k). Вывод целевых знаний реализуется системой формул вывода вида (2.1) для каждой из его вершин, исключая входные. Граф показывает из каких

составляющих и как складывается целевое знание. Он закладывает основу методики построения учебного материала, диалектического единства группировки и выделения, обобщения и дифференциации знаний. Для построения графа KN выполняются следующий алгоритм:

1. Отбор есть определение множества $E = \{\ell_1, \ell_2, \dots, \ell_k\}$ логических порций обучения, имеющих законченный смысловой характер, они названы ℓ -блоками.

2. Группировка знаний около ℓ -блока в виде логических формул вывода $\ell(A_1, A_n) \rightarrow B$, где "B" есть "сумма" знаний, выведенная из составляющих знаний " A_1, \dots, A_n ".

3. Связывание ℓ -блоков в логические обучающие кластеры при помощи подстановок знаний в системе формул.

$$(\ell_{i_1}, \ell_{2i}, \dots, \ell_{ni}) \rightarrow \ell_i \approx (\ell_{i_1} \rightarrow \ell_i), (\ell_{2i} \rightarrow \ell_i), \dots, (\ell_{ni} \rightarrow \ell_i) \quad (2)$$

Формула (2) получается из логической формулы $\ell_i(A_{i_1}, A_{2i}, \dots, A_{ni}) \rightarrow B_i$. Стрелки "R" в правой части формулы (2) соответствуют дугам графа KN и помечены маркерами знаний.

Предложение 1. Система формул типа (2) для графа KN определяет подграф, являющийся деревом, который обладает свойством полной выводимости, и, поэтому, является кластером.

$$\begin{aligned} (\ell_2, \ell_3, \ell_4) \ell_{k1} &\approx (\overset{B_2}{\ell_2 \rightarrow \ell_{k1}}, (\overset{B_3}{\ell_3 \rightarrow \ell_{k1}}, (\overset{B_4}{\ell_4 \rightarrow \ell_{k1}})); \\ (\ell_{02}, \ell_4) \ell_2 &\approx (\overset{A_2}{\ell_{02} \rightarrow \ell_2}, (\overset{B_4}{\ell_4 \rightarrow \ell_2}); \\ (\ell_4, \ell_5) \ell_3 &\approx (\overset{B_4}{\ell_4 \rightarrow \ell_3}, (\overset{B_5}{\ell_5 \rightarrow \ell_3}); \\ (\ell_{02}, \ell_{03}) \ell_4 &\approx (\overset{A_2}{\ell_{02} \rightarrow \ell_4}, (\overset{A_3}{\ell_{03} \rightarrow \ell_4}); \end{aligned} \quad (3)$$

На графе KN логически выделяются завершенные подмножества - кластеры.

Определение 3. Обучающим кластером называется направленный граф KN, вершины которого размечены ℓ -блоками, дуги B - маркерами знаний, каждой вершине соотнесена формула вывода и каждая вершина (ℓ -блок) кластера выводима из начальных знаний, либо является начальным знанием (типа ℓ_0).

Таким образом, кластер обладает свойством полной выводимости. Свойство кластерной или полной выводимости является необходимым свойством активного электронного учебника. При отсутствии полной выводимости нельзя построить процесс контроля знаний и управление процессом обучения. Процесс вывода определяется деревом вывода, оно строится по логическим формулам.

Определение 4. Непосредственная окрестность логического блока ℓ_i задается формулой

Доказательство конструктивно и следует из свойств выражения (2) и свойств кластерности графа KN. На рис.3 представлено дерево вывода для графа KN. Дерево отражает свойство полной выводимости каждого ℓ -блока в кластере обучения. Система формул, определяющая дерево вывода в граф KN на рис.3а приведена ниже.

$$(\ell_4, \ell_5)\ell_3 \approx (\overset{B_4}{\ell_4 \rightarrow \ell_3}, \overset{B_5}{\ell_5 \rightarrow \ell_3});$$

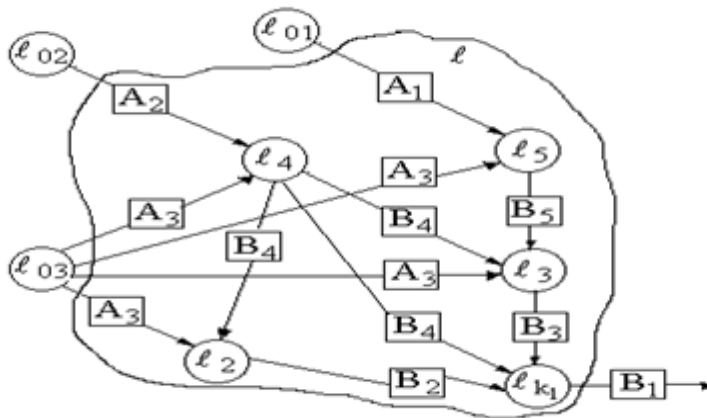
Порождение графа знаний в процессе детализации знаний. Отношение детализации знаний в постулируется как отношение разбиения на составляющие ℓ -

блоки. Составляющие ℓ -блоки получают в результате операции разбиения b , которая задается выражением

$$\beta(\ell_i^j) = (\ell_{1i}^{j+1}, \ell_{2i}^{j+1}, \dots, \ell_{ni}^{j+1}, \dots, \ell_{ki}^{j+1}) \quad (4)$$

где ℓ_i^j - ℓ -блок, подлежащий разбиению на детали-ные (составляющие) блоки - $\ell_{1i}^{j+1}, \ell_{2i}^{j+1}, \dots, \ell_{ki}^{j+1}$

а) Граф КН



Формулы вывода

- для ℓ -блока
- $\ell_{k1}(B_2, B_3, B_4) \rightarrow B_1$
 - $\ell_2(A_3, B_4) \rightarrow B_2$
 - $\ell_3(A_3, B_4, B_5) \rightarrow B_3$
 - $\ell_4(A_2, A_3) \rightarrow B_4$
 - $\ell_5(A_1, A_3) \rightarrow B_5$

б) Дерево вывода кластера

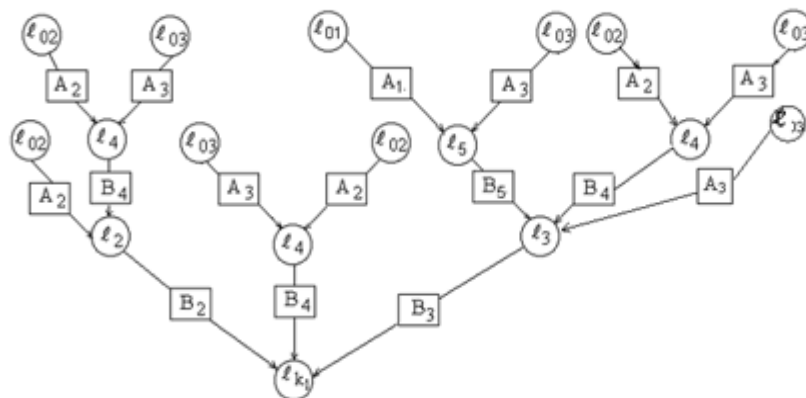


Рис.3. Граф КН и дерево вывода для обучающего кластера.

Понятно, что разбиение (детализацию) можно продолжать как угодно глубоко, применяя рекурсивно

операцию b ко вновь полученным блокам. При этом учитывается следующее свойство: если $\ell_i^j \in \ell_k^{j-1}$,

то $\ell_i^j \notin \ell_k^{j-1}$ $k \neq \ell$ для постулированного отношения разбиения. Таким образом, блок ℓ_i^j , входящий в блок ℓ_k^{j-1} , не может входить в другие блоки. Введем формальную процедуру детализации: 1) начальный слой детализации называется нулевым, если на нем находится единственный блок ℓ^0 ;

2) если имеется блок ℓ_i^j на j -м слое детализации, то составляющие его блоки $(\ell_{i1}^{j+1}, \dots, \ell_{ik}^{j+1})$, полученные операцией разбиения b , считаются находящимися на $j+1$ -м слое детализации.

Процедура детализации по своей природе неоднозначна, т.е. отражает логику построения учебного материала тем или иным преподавателем, или даже одним и тем же преподавателем, но для различных контингентов обучающихся. Число слоев детализации вообще не ограничено и никак не связано с психологической сложностью слишком "мелкой" детализации. ℓ -блоки на самых нижних слоях детализации (с самым большим индексом "j") могут быть элементами конспекта учебника. *Предложение 2.* При разложении, соблюдающем кластерность на каждом j -ом слое, порожденный (терминальный) граф KN будет также кластером.

Ярусно-параллельная форма представления графа знаний (Knowledge Net)

До сих пор модель знаний была ориентирована на логику связи отдельных ℓ -блоков. Оказывается важным при построении учебного материала учитывать и логическую независимость (несвязность) знаний. Независимость ℓ -блоков в графе Knowledge Net (KN) позволяет строить различные варианты последовательностей изложения учебного материала и выби-

рать из них наилучшие с точки зрения тьютора и менеджера.

Определение 6. Ярусно-параллельной формой (ЯПФ) графа KN называется частичное упорядочение вершин по уровням, на которых расположены независимые по логическим связям ℓ -блоки так, что на 0-м уровне расположены входные знания, а на последнем целевое знание. На рис.4 показаны две различные ЯПФ для графа KN, который состоит из двух ℓ -блоков ℓ_1 и ℓ_2 , которые являются кластерами и соответственно их объединение тоже является кластером. Как видно из рисунков, ЯПФ состоит из 8 уровней (ярусов), на 0-м уровне входные знания (A_1, A_2, A_3), на последнем, 7-м уровне - целевое знание. На каждом уровне расположены независимые знания. ЯПФ (рис.4а) и ЯПФ (рис.4б) отличаются друг от друга различным расположением независимых вершин по уровням.

Можно себе образно представить, что по ЯПФ идет фронт обучения, сначала изучаются входные знания, затем знания 1-го уровня и т.д., до целевых знаний на последнем уровне, причем последовательность изложения знаний на каждом из уровней произвольна. Совокупность независимых знаний на каждом уровне ЯПФ названа логическим уровнем. Таким образом, фронт обучения пробегает последовательность логических уровней обучения.

Все связи в ЯПФ разбиты на два класса:

1. непосредственные связи, которые "передают" знания с предыдущего уровня на последующий;
2. отложенные связи, указывающие на полученные ранее знания, которые студент должен помнить (или ему должны напоминать), пока эти знания будут использоваться при прохождении фронта обучения.

Для фиксирования этих двух типов связей в ЯПФ предусмотрены соответствующие поля (рис.4 в).

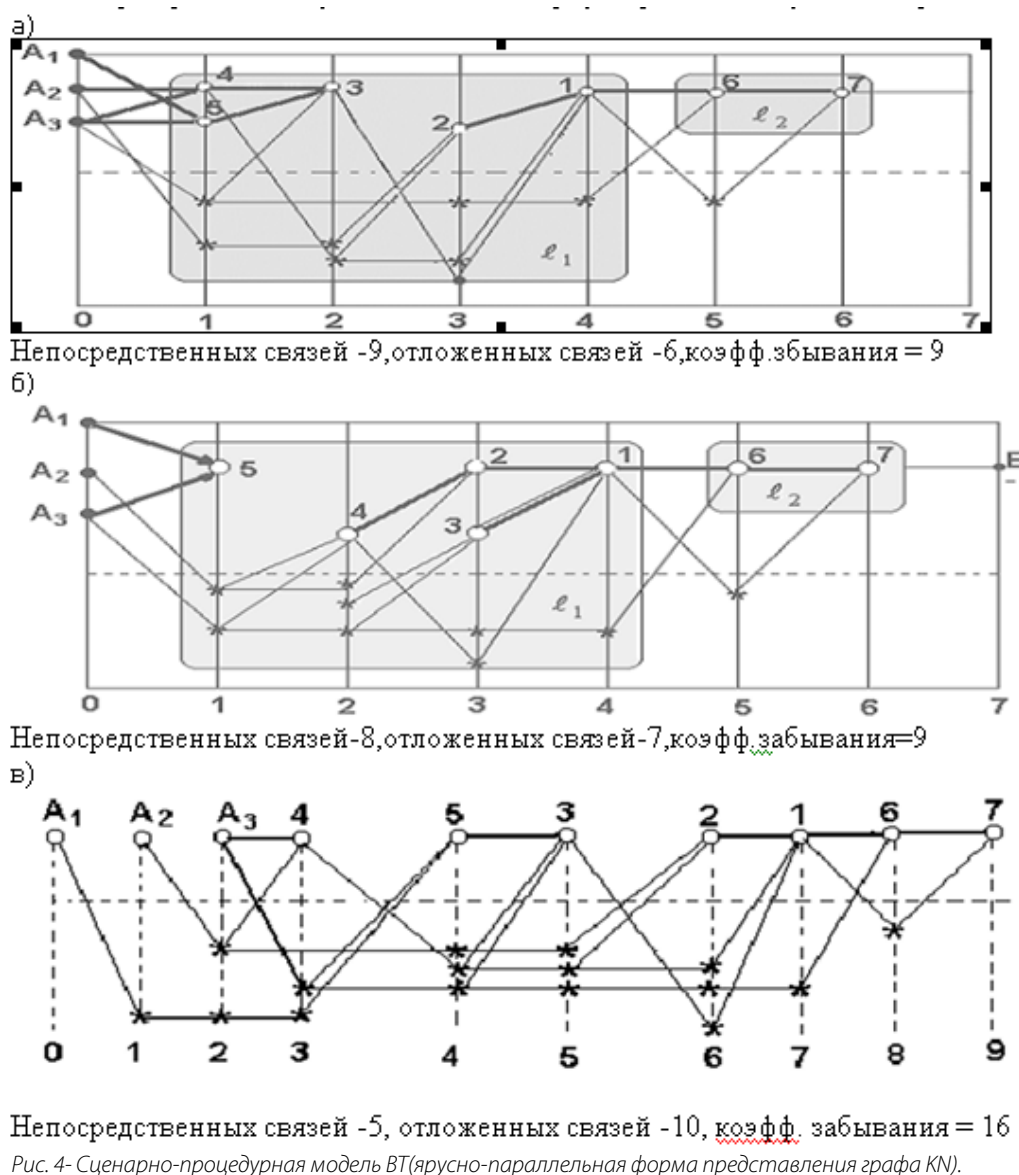


Рис. 4- Сценарно-процедурная модель ВТ(ярусно-параллельная форма представления графа KN).

ВЫВОДЫ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. Виртуальные тренажерные комплексы предназначены для решения широкого круга задач обучения в различных областях, невозможно разработать универсальное программное обеспечение, удовлетворяющее любым технологическим требованиям. В связи с этим представляется целесообразным строить тренажерный комплекс по модульному принципу. 2. Исходя из функций тренажера, он должен состоять из следующих основных модулей: модуль управления базой данных параметров технологического объекта модуль управления базой математических моделей, описывающих

поведение объекта модули реализации математических моделей элементов объекта (оборудования и средств управления им); модуль управления базой видеоклипов и элементов отображения информации о моделируемом объекте; модуль управления базой аварийных ситуаций; модуль конструктора виртуального тренажерного комплекса для конкретной задачи обучения ; модуль управления базой данных менеджера и анализа статистической информации; модуль диспетчера, реализующий управление всем виртуальным комплексом в процессе обучения.



СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Лисицына Л.С. Теория и практика компетентностного обучения и аттестаций на основе сетевых информационных систем. СПб: СПбГУ ИТМО, 2006. 147 с.
2. L. Lisitsyna and A. Lyamin Approach to Development of Effective E-Learning Courses// SMART DIGITAL FUTURES 2014. IOS Press, 2014. Vol. 262, p. 732-738.
3. Васильев В.Н., Лисицына Л.С., Лямин А.В. Методический интернет-центр. СПб: Питер, 2005. 96 с.
4. Lisitsyna L.S., Efimchik E.A. An Approach to Development of Practical Exercises of MOOCs based on Standard Design Forms and Technologies // Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering. 2017. Vol. 180. pp. 28-35.
5. Lisitsyna L.S., Efimchik E.A. Making MOOCs more effective and adaptive on the basis of SAT and game mechanics // Smart Education and e-Learning 2017, Springer, 2018, Vol. 75, pp. 56-66.
6. Lisitsyna L.S., Efimchik E.A., Izgareva S.A. RLCP-compatible virtual laboratories with 3D-models and demonstration mode: development and application in e-learning // Smart Education and e-Learning 2017, Springer, 2018, Vol. 75, pp. 75-81.

Рецензент: *д.т.н., проф. В.А. Доровской*
Европейский университет Криворожский филиал