

УДК 378.1

РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ ДИДАКТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Старыгина С.Д.

*ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»,
Казань, e-mail: svetacd_kazan@mail.ru*

Показано, что любой человек решает любую проблему на основе разума одним и тем же проектно-конструктивным способом, используя инвариантную мыследеятельную ABC-процедуру, которая является сущностной характеристикой «человека разумного». Успешность решения проблемы во многом зависит от интеллектуальных ресурсных потенциалов (знаний, способностей и т.д.) человека, необходимых для реализации на практике этой мыследеятельной ABC-процедуры. Любая дидактическая система, явно или неявно, нацелена на развитие-приращение интеллектуальных ресурсных потенциалов обучающихся. В условиях цифровой экономики быстрое развитие-приращение интеллектуальных ресурсных потенциалов будущих специалистов могут обеспечить киберфизические образовательные системы, удовлетворяющие требованиям подготовки кадров для жизнедеятельной среды. Цифровая трансформация теоретико-методологического аппарата дидактики открывает путь для проектирования и реализации киберфизических образовательных систем. Основными участниками киберфизической образовательной среды являются: преподаватель, обучающиеся и киберассистент преподавателя, который берет на себя часть функций преподавателя: коммуникативных, мониторинговых, принятия решений, управления, прогноза и обеспечения учено-методическим материалом. Приводится разработанная инвариантная цифровая платформа дидактики, а также концептуальная модель цифровой платформы киберфизической дидактической системы, на основе которой на практике может быть разработан класс интеллектуализированных дидактических систем с перспективой их дальнейшего развития до полноценных киберфизических систем. Очевидно, что любой образовательный план (каким бы он хорошим ни был) необходимо реализовывать на местах, а для этого на основе киберфизических систем необходимо автоматизировать, прежде всего, труд преподавателя.

Ключевые слова: киберфизическая образовательная система, цифровая трансформация дидактики, приращение интеллектуальных ресурсов, интеллект-карты, киберассистент

DEVELOPMENT OF A DIGITAL PLATFORM FOR THE DESIGN OF CYBER-PHYSICAL DIDACTIC SYSTEMS

Starygina S.D.

Kazan National Research Technological University, Kazan, e-mail: svetacd_kazan@mail.ru

It is shown that any person solves any problem on the basis of reason in the same design-constructive way, using an invariant mental ABC procedure, which is an essential characteristic of a "reasonable person". The success of solving the problem, in many respects, depends on the intellectual resource potentials (knowledge, abilities, etc.) of a person necessary for the implementation in practice of this non-active ABC procedure. Any didactic system, explicitly or implicitly, is aimed at development-the increment of the intellectual resource potentials of students. In the conditions of the digital economy, rapid development-the increment of the intellectual resource potentials of future specialists can be provided by cyber-physical educational systems that meet the requirements of personnel training for the living environment. The digital transformation of the theoretical and methodological apparatus of didactics opens the way for the design and implementation of cyber-physical educational systems. The main participants of the cyber-physical educational environment are: the teacher, the students and the cyber-assistant of the teacher, who assumes part of the functions of the teacher: communicative, monitoring, decision-making, management, forecasting and providing scientific and methodological material. The developed invariant digital platform of didactics is presented, as well as a conceptual model of the digital platform of a cyber-physical didactic system, on the basis of which a class of intellectualized didactic systems can be developed in practice with the prospect of their further development to full-fledged cyber-physical systems.

Keywords: cyber-physical education system, digital transformation of didactics, increase of intellectual resources, intelligence cards, cyber assistant

Из эволюционной теории следует, что разум человека сформировался на основе естественного отбора и является основным средством-ресурсом его выживания через решение проблем в конфликтах с жизнедеятельной средой в условиях неопределенности.

Из результатов работ по нейронаукам [1] следует, что разум – это саморазвивающаяся в жизнедеятельной среде суперсложная нейронная гиперсетевая структура моз-

га, которая обладает огромным количеством взаимосвязанных свойств-способностей (в целом интеллектом), поддерживающих мыследеятельные процедуры [2] человека. Известный советский психолог С.Л. Рубинштейн рассматривал интеллект как тип поведения человека – «умное поведение». Ядро интеллекта составляет способность человека выделить в ситуации существенные свойства и привести свое поведение в соответствии с ними [3, 4].

В ряде работ [5, 6] было показано, что все люди решают проблемы любой сложности S, используя одну и ту же инвариантную мыслительную ABC-процедуру разума, где последовательные подпроцедуры: А – формализация проблемной ситуации, т.е. представление ее как ментальной модели конфликтной ситуации, для ликвидации которой человеку требуется решить комплекс сформированных им задач; В – конструирование планов решения этих задач; С – исполнение-реализация этих планов в жизнедеятельной среде, которое может (а может и нет – случайное событие) привести в результате к решению проблемы.

Из сказанного очевидно, что если бы человек каждый раз для решения новой проблемы создавал новую мыслительную схему (процедуру), то для этого потребовалось бы достаточно много времени. В то же время очевидно, что любая конфликтная (проблемная) ситуация выживания требует оперативной реакции разума. Разумеется, что в этих условиях для разрешения этого противоречия природа-эволюция «зашила» ABC-процедуру как инвариантную схему-задаток [7] в генетический код человека, т.е. сделала ее многократно «хранимой процедурой», к которой он неосознанно обращается для решения любой проблемы. Поэтому эту инвариантную мыслительную ABC-процедуру разума нужно рассматривать как сущностную характеристику «человека разумного», т.е. как его проектно-конструктивный способ (природную способность) решения всех проблем. При этом как постулат можно утверждать, что для решения любой проблемы (для реализации ABC-процедуры на практике) необходимы внутренние (знания, способности, воля и т.д.) и внешние (временные, информационные, материальные и т.д.) ресурсы, так как они востребованы в этой процедуре. Также, как правило, можно утверждать, что чем сложнее проблема, тем больше ресурсов (как по количеству, так и по качеству) необходимо для ее решения. Поэтому большой ресурсный потенциал уже априори делает человека во многом способным решать сложные проблемы. Разумеется, что именно этим объясняется неосознанное и осознанное стремление человека (с раннего возраста) быстро прирастить свой ресурсный потенциал в любой жизнедеятельной среде.

Бесспорно, что в любом обществе всегда ценились люди, которые способны предвидеть-проектировать и решать актуальные сложные проблемы для своей эпохи. Поэтому для специалиста способность на основе

своих интеллектуальных ресурсов решать сложные проблемы в профессиональной сфере, является одним из главных показателей его квалификации, быстрой адаптивности и конкурентоспособности.

Как утверждается в психологии [7], развитие-приращение ресурсного потенциала любого человека происходит постепенно и скорость этого приращения в основном зависит от трех факторов: наследственности, жизнедеятельной среды и воспитания. Разумеется, эти факторы взаимосвязаны, и их нельзя рассматривать независимо друг от друга. При этом вопрос о зависимости быстроты развития человека от его наследственности исследователи [7], как правило, связывают с задатками. По второму фактору установлено, что скорость развития человека в среде во многом зависит от проблемности этой среды [5]. На практике это означает, что, если в среде жизнедеятельности у человека часто возникают проблемные ситуации, которые ему известными средствами и методами разрешать не удается, но они, по его оценке, преодолимой сложности, то в этой ситуации, как правило, человек формирует дополнительную экстремальную мыслительную ABC-процедуру по «добыванию» недостающих ресурсов, в процессе которой и растет его ресурсный потенциал. По этой причине дидактические системы целенаправленно формируют проблемно-развивающую образовательную среду для быстрого приращения интеллектуальных внутренних ресурсов обучающегося, таких как знания, способности и т.д. Разумеется, в целом можно утверждать, что все дидактические системы нацелены на формирование образовательной среды, в которой происходит (с большей или меньшей скоростью) приращение интеллектуальных ресурсных потенциалов обучающегося. Из сказанного следует, что значение показателя эффективности конкретной дидактической системы значимо зависит от показателей средних значений приращений интеллектуальных ресурсных потенциалов обучающихся, которые прошли подготовку в этой дидактической системе.

В России в силу ряда причин сформировалась многофакторная кризисная ситуация в образовании [8], и скорость дальнейшего прогресса в нашей стране во многом зависит от того, насколько мы быстро преодолеем этот кризис. Разумеется, что сейчас ошибки недопустимы, и антикризисная образовательная политика должна быть направлена не только на ликвидацию каждого тормозящего момента в образовании,

но и на цифровую трансформацию всего дидактического аппарата образования согласно «вызовам цифровой экономики». В этой ситуации требуется проектирование новых (на цифровой платформе [6]) дидактических систем, на основе которых за отведенное по программе время можно организовать массовую подготовку обучающихся, способных решать сложные профессиональные проблемы. Не забегая слишком далеко вперед, можно утверждать, что дидактические системы, основанные на цифровой платформе, можно рассматривать как «предков» (по мере развития) будущих «высокоинтеллектуальных» киберфизических образовательных систем [9], т.е. на этой платформе могут быть спроектированы киберфизические дидактические системы, «искусственный интеллект» которых по многим параметрам будет близок к экспертным. Разумеется, киберфизическая образовательная система представляет собой полный и целостный человеко-машинный комплекс, функционирующий и формирующий реально-виртуальную образовательную среду, имитирующую некоторые аспекты профессиональной жизнедеятельной среды. Очевидно, что по своей сути эта образовательная среда нацелена на быстрое приращение интеллектуальных ресурсных потенциалов обучающихся, необходимых ему для «выживания» в жизнедеятельной среде с цифровой экономикой. Таким образом, в киберфизической образовательной системе действующими субъект-объектами являются: преподаватель, обучающиеся и «умная по мере предназначности» информационная система (назовем ее «киберассистент»). При этом преподаватель в образовательной среде имеет свои функции, методы и цели, киберассистент и обучающиеся – свои. Следует особо подчеркнуть, что киберассистент в основном предназначен для автоматизации труда преподавателя с целью «добавить» ему оперативность в его функционал, новые возможности и методы. Что касается обучающегося, то к автоматизации его труда необходимо подходить очень осторожно, так как основной целью обучения является развитие-приращение ресурсов его разума, т.е. в буквальном смысле у него происходит формирование (в какой-то мере новых на основе задатков) нейронных гиперсетевых структур мозга и необходимых ресурсов для его функционирования. Из сказанного следует, что он должен находиться в постепенно усложняющейся проблемной среде и трудиться сам. Очевидно, что при другом подходе его мысле-

деятельная АВС-процедура будет «паразитировать» и искать для решения проблем «клипы» в интернет-ресурсах, т.е. аналоги решения учебных проблем в интернет-пространстве. Разумеется, это не касается рутинной работы и специальных учебных процессов, посвященных работе на компьютере и т.д.

Цель исследования – разработать цифровую платформу для проектирования киберфизических дидактических систем, на базе которых в реально-виртуальной среде возможно организовать и реализовать автоматизированное (с использованием искусственного интеллекта) управляемое эффективное обучение, нацеленное на быстрое формирование и развитие интеллектуальных ресурсов обучающихся.

Методы исследования: дидактический, системный анализы, элементы теории вероятности и искусственного интеллекта.

Функциональная SADT-модель решения человеком проблемы со случайным результатом. Рассмотрим SADT-модель инвариантной АВС-процедуры решения человеком проблемы [10]. Как уже было сказано, на практике решение любой проблемы можно представить как конфликтную ситуацию в условиях неопределенности [11] между человеком и его жизнедеятельной средой. Поэтому на концептуальном уровне мыследеятельную АВС-процедуру решения проблем можно представить как контекстную SADT-процедуру функционирования любой динамической системы. Как известно, функциональная инвариантная SADT-процедура любой динамической системы может быть представлена так, как показано на рис. 1.

Любая динамическая система согласно SADT-процедуре функционирует так: ресурсы ВХОДа (в данном случае S – сложность проблемы) перерабатываются в ресурсы ВЫХОДа (X – случайное событие «решил проблему») под воздействием ресурсов УПРАВЛЕНИЯ (A, B, C – интегративные формализованные, конструктивные, исполнительские способности обучающегося, развитые на основе его одноименного АВС-задатка) с помощью ресурсов МЕХАНИЗМА (знаний при определенной их POL-полноте и CHL-целостности, которые характеризуют качество системности этих знаний).

В работе [5] показано, что значение вероятности $P(X)$ функционально зависит от значений ресурсных потенциалов A, B, C, POL, CHL человека, решающего проблему, где X – случайное событие «решил проблему», а S – сложность, решаемой проблемы.



Рис. 1. ABC-процедура как модель SADT-процедуры функционирования любой дидактической системы

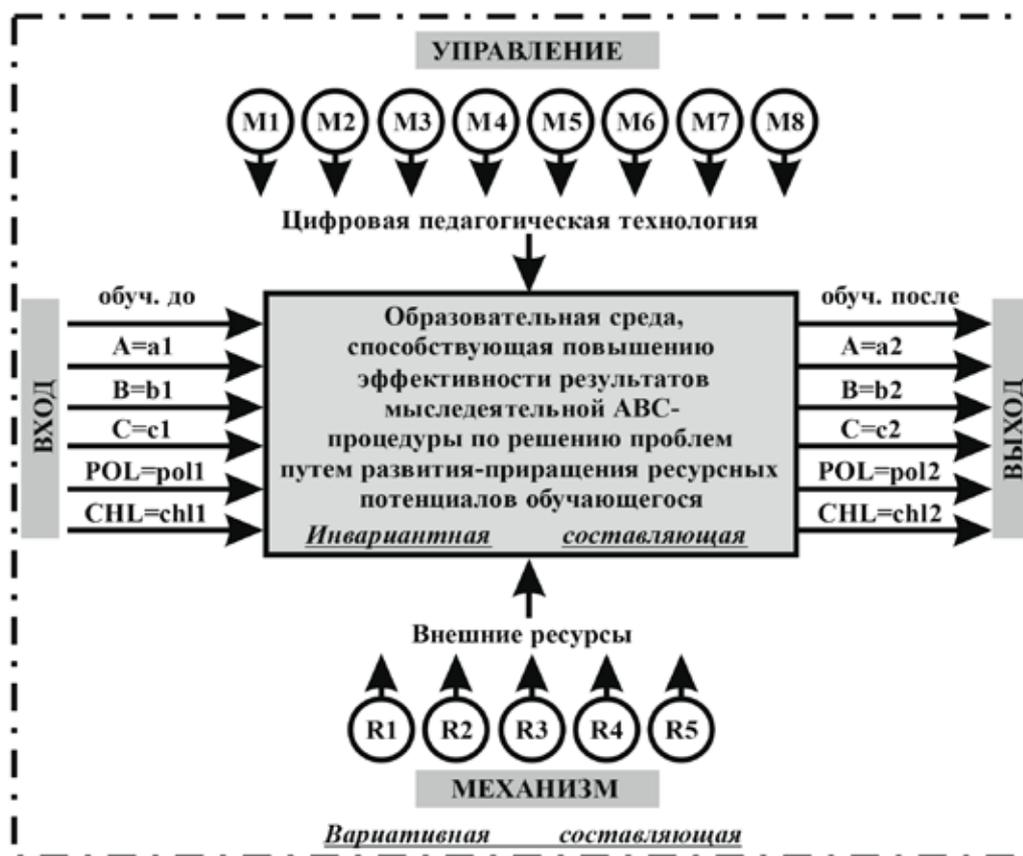


Рис. 2. Функциональная SADT-модель ABC-процедуры как платформы для проектирования дидактических систем нового (цифрового) поколения

Формально эту зависимость в неявном виде можно представить через функционал $F(*)$, т.е.

$$P(X) = F(A, B, C, POL, CHL, S).$$

В этой же работе показано, что эффективность проявления ресурсных потенциа-

лов A, B, C – способностей человека сильно коррелированы со значениями показателей качества системности его знаний, т.е. зависят от их полноты (POL) и целостности (CHL).

Построение концептуальной цифровой модели дидактической системы. Из всего сказанного следует, что в самом

общем смысле любое обучение при цифровой трансформации должно быть нацелено на приращение интеллектуальных ресурсных потенциалов атрибутов-параметров А, В, С, POL, CHL обучающегося.

На рис. 2 приводится SADT-модель организации обучения, которая является цифровой трансформацией теоретико-методологической инструментальной платформы традиционной дидактики. Еще раз подчеркнем, что на этой платформе уже можно проектировать любые дидактические системы с цифровыми технологиями подготовки с организацией в реально-виртуальной среде киберфизической образовательной системы.

На диаграмме цифровой платформы проектирования фоном выделена ее инвариантная составляющая с атрибутами (ВХОД, ВЫХОД, УПРАВЛЕНИЕ, МЕХАНИЗМ), а также вариативная, которая выделена штрихпунктирной линией.

Любая дидактическая система, спроектированная на этой платформе на концептуальном уровне, работает так:

1. На ВХОДе (рис. 2, до обучения) студент в области изучаемого курса имеет следующие значения ресурсных потенциалов $A = a1$, $B = b1$, $C = c1$, $POL = pol1$, $CHL = chl1$ (эти значения могут быть нулевыми).

2. На ВЫХОДе (после обучения как требование) он должен иметь значения своих ресурсных потенциалов не менее чем: $A = a2$, $B = b2$, $C = c2$, $POL = pol2$, $CHL = chl2$.

3. УПРАВЛЕНИЕ обучением осуществляется через специально разработанную цифровую педагогическую технологию, которая основана на комплексе педагогических оцифрованных методик [12], начиная с М1 по М8 (рис. 2).

4. МЕХАНИЗМом для реализации обучения являются внешние ресурсы (учебный материал; преподаватель; оборудование и т.д.). Эти ресурсы на рис. 2 обозначены через R1–R5.

На рис. 3 приводится концептуальная модель цифровой платформы киберфизической дидактической системы. На основе этой модели можно проследить путь подготовки обучающегося по педагогическому технологическому маршруту. В ходе прохождения по этому маршруту он овладевает (в рамках требуемой компетенции) интеллектуальными ресурсами, достаточными для решения проблем требуемой сложности (предусмотренных по учебному плану) с определенной надежностью $P(X)$ (рис. 3, блок 4). В целом подготовку по маршруту можно расписать как последовательность

процессов, которые реализуются в блоках 1, 2, 3, 4, 5 при соответствующих воздействиях УПРАВЛЕНИЯ и МЕХАНИЗМА (рис. 3).

БЛОК 1 (процесс обучение-развитие). Цель – повышение эффективности результата мыследеятельной АВС-процедуры обучающегося за счет приращения его интеллектуальных ресурсных потенциалов. Этот процесс реализуется под УПРАВЛЕНИЕМ цифрового варианта педагогической технологии «Проблемно-развивающего обучения» в логике от «простого к сложному» с соблюдением «зон ближайшего развития» обучающегося [13, 14]. В качестве исполнительного МЕХАНИЗМА рассматриваются учебные материалы. Процесс в БЛОКЕ 1 реализуется так: на ВХОДе поступает студент (до обучения) со значениями параметров интеллектуального «развития» $A = a1$, $B = b1$, $C = c1$, $POL = pol1$, $CHL = chl1$ (эти значения могут быть нулевыми в изучаемой предметной области). На ВЫХОДЕ (после обучения) значения этих латентных параметров $A = ?$, $B = ?$, $C = ?$, $POL = ?$, $CHL = ?$ остаются неизвестными до процесса тестирования.

БЛОК 2 (процесс тестирования). В этом блоке «проявляются» значения латентных характеристик $A = a2$, $B = b2$, $C = c2$, $POL = pol2$, $CHL = chl2$ развития студента, т.е. значения его ресурсных потенциалов: А – формализационных, В – конструктивных, С – исполнительских способностей, а также качество системности усвоенных им знаний (их системная POL – полнота и CHL – целостность). Разумеется, тестирование обоснованно регламентировано и реализуется [12] под управлением специально разработанных правил на основе баз вопросов и учебных проблем с учетом их сложности (рис. 3).

БЛОК 3 (процесс визуализации). В этом блоке отображается состояние развития комплекса характеристических латентных параметров $A = a2$, $B = b2$, $C = c2$, $POL = pol2$, $CHL = chl2$ обучающегося, т.е. представляется это развитие в виде визуализированной интеллект-карты. На практике интеллект-карту (с целью управления развитием) лучше строить и представлять в системе реального времени, т.е. по ходу процесса обучения. Например, допустим, учебный курс (УК) имеет следующую структуру организации содержания (рис. 4), тогда интеллект-карта будет построена последовательно: раздел 1; подраздел 2.1; подраздел 2.2; раздел 2; раздел 3; интеллект-карта качества освоения УК.

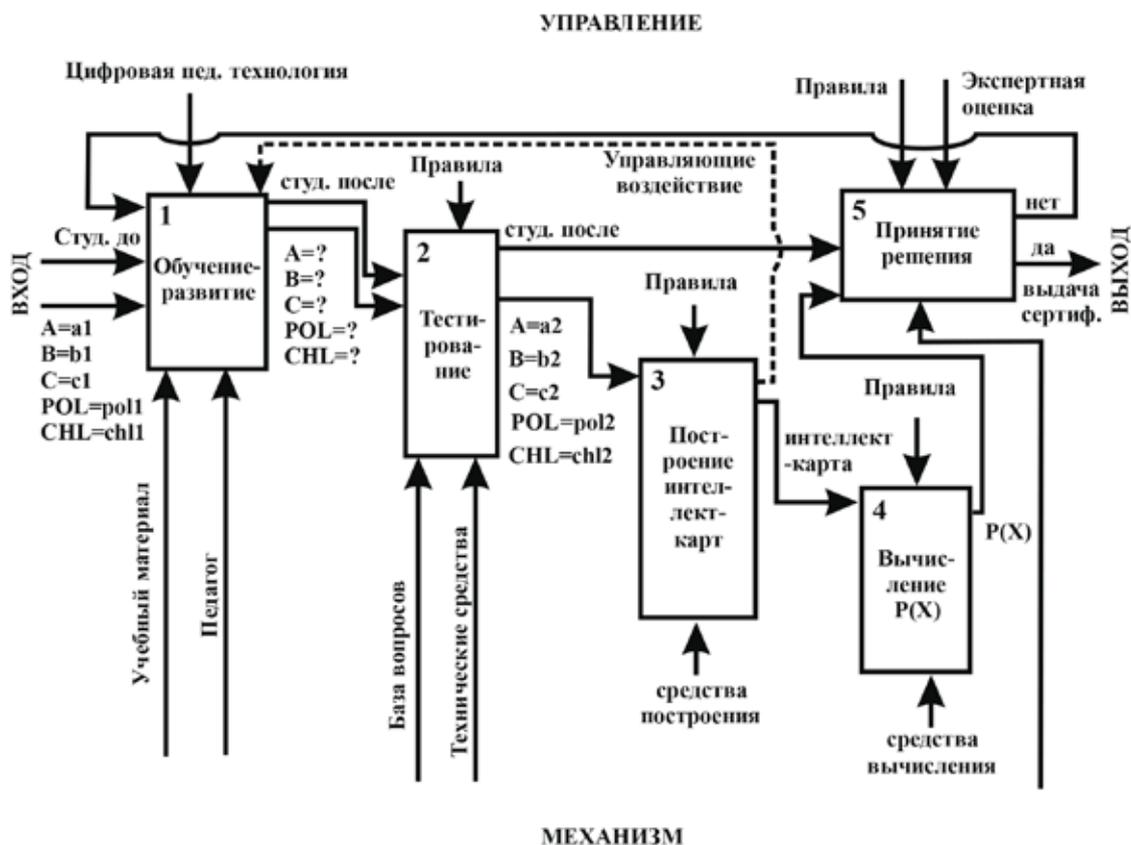


Рис. 3. Концептуальная модель дидактической системы нового (цифрового) поколения

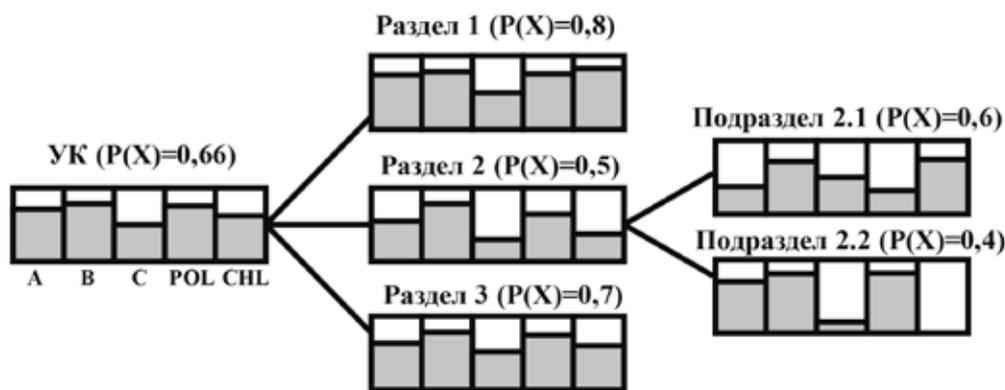


Рис. 4. Структура организации содержания УК и интеллект-карта развития обучающегося на базе этого учебного курса

БЛОК 4 (процесс вычисления значения $P(X)$). В этом блоке на основе результатов мониторинга по данным интеллект-карты вычисляется $P(X)$ – значение показателя надежности качества подготовки студента. Следует отметить, что запись, например, УК ($P(X) = 0,66$) означает, что этот обучающийся решит любую учебную проблему (из рассмотренных в рамках УК) с надежностью 66%, а, например, раздел 1 он решит с надежностью 80%.

БЛОК 5. Принятие решения о выдаче «Сертификата», т.е. в зависимости от результатов развития-приращения ресурсных потенциалов с $A = a1, B = v1, C = c1, POL = pol1, CHL = chl1$ до $A = a2, B = v2, C = c2, POL = pol2, CHL = chl2$ принимается то или иное решение.

Заключение

Актуальность необходимости формирования киберфизической образовательной среды для быстрой и качественной подготовки специалистов, востребованных и конкурентоспособных в жизнедеятельной среде с цифровой экономикой, во многом, объясняется тем, что в эпоху цифровой экономики профессиональная жизнедеятельная среда специалиста в основном является киберфизической средой, поэтому другие способы и образовательные среды их подготовки окажутся неэффективными. Очевидно, что по мере развития дидактических систем киберассистент будет «умнеть» и «забирать» некоторые функции преподавателя, например диагностики, принятия решения и управления и т.д. В настоящее время студентами кафедры информатики и прикладной математики (кафедра готовит IT-специалистов) спроектированы только прототипы программного обеспечения киберассистента (как стартап-проект). Эта система, в рамках учебного курса, из «умных» функций киберассистента «умеет»: предоставлять интеллект-карты по голосовой команде и расшифровывать значения терминов; исходя из ситуации по его интеллект-карте, формировать рекомендации по развитию обучающегося; распознавать образ тестируемого; прогнозировать возможности развития. Разумеется, на практике для массового внедрения программное обеспечение киберассистента должно быть разработано на профессиональном уровне, например, какой-то IT-фирмой как бизнес-проект.

Список литературы

1. Анохин К.В., Новоселов К.С., Смирнов С.К., Ефимов А.Р., Матвеев Ф.М. Искусственный интеллект для науки и наука для искусственного интеллекта // Вопросы философии. 2022. № 3. С. 93–106.
2. Розин В.М. Проблемы и особенности реформирования Г.П. Щедровицким мышления, науки, педагогики и других областей знания // Философия и культура. 2021. № 6. С. 15–28.
3. Степанова М.А. Психологические основы образовательной практики в теории С.Л. Рубинштейна // Вопросы психологии. 2019. № 3. С. 119–129.
4. Хамедова Ю.Р. Интеллект человека как одно из условий проявления способностей и одаренности // Вестник науки и образования. 2019. № 4 (58). Ч. 1. С. 85–88.
5. Старыгина С.Д. Теория развития ресурсных потенциалов личности и ее приложение к дидактике в эпоху цифровой экономики // Управление устойчивым развитием. 2022. № 3 (40). С. 90–98.
6. Старыгина С.Д., Нуриев Н.К. Разработка теоретико-методологической инструментальной цифровой платформы дидактики // Современные наукоемкие технологии. 2023. № 2. С. 169–178.
7. Алямкина Е.А. Взаимосвязь способностей, задатков и таланта и их развитие в образовательном процессе вуза // Психолог. 2015. № 2. С. 31–46.
8. Старыгина С.Д. Кризис в образовании и аспекты решения этой проблемы при подготовке IT-специалистов // Актуальные аспекты развития науки и общества в эпоху цифровой трансформации. Сборник материалов III Международной научно-практической конференции. 2022. С. 24–31.
9. Махотин Д.А. Киберфизические системы в образовании // Интерактивное образование. 2020. № 1. С. 14–17.
10. David A. Marsa and Clement L. McGoman. SADT: Structured Analysis and Design Technique. McGraw-Hill, 1988.
11. Потапов В.И., Горн О.А. Математические модели и программный комплекс для анализа функциональной готовности человеко-машинной динамической системы в конфликтной ситуации // Омский научный вестник. 2016. № 5 (149). С. 136–141.
12. Старыгина С.Д., Нуриев Н.К., Печень Е.А. Дидактическая инженерия: оценка сложности и продолжительности теста достижений // Sciences of Europe. 2017. № 14–2 (14). С. 17–21.
13. Мухаметзянова Ф.Ш., Ибрагимов Г.И. Развитие фундаментальных исследований в области профессионального образования (результаты исследований ИПП ПО РАО в 2013 году) // Казанский педагогический журнал. 2014. № 1 (102). С. 9–27.
14. Ибрагимов Г.И. Проблемное обучение в системе высшего образования: состояние и тенденции развития // Вестник Бурятского государственного университета. Образование. Личность. Общество. 2016. № 1. С. 17–26.