

УДК 378.147:004

DOI 10.30914/2072-6783-2023-17-1-29-37

СИСТЕМНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ ПОДХОД В ДИДАКТИКЕ: РАЗРАБОТКА ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ ДИДАКТИЧЕСКОЙ ИНЖЕНЕРИИ

С. Д. Старыгина

Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Российская Федерация

Аннотация. Введение. Эвристический подход к педагогике, принятый в мировой практике для построения педагогических систем, привел к кризису образования нашей эпохи. Этот подход на практике реализуется как последовательность парадигм, т.е. лучших образцов подготовки, полученных эвристическим способом, каждая из которых максимально соответствует вызовам и потребностям своей эпохи. В эпоху цифровой экономики, когда у общества произошел качественный скачок и сменилось пространство жизнедеятельности, т.е. это пространство изменилось с реального на реально-виртуальное, по факту оказалось, что невозможно разработать новую образовательную парадигму на эвристическом подходе, которая соответствует всем вызовам и потребностям нашей (цифровой) эпохи. В результате многих попыток преодолеть этот педагогический кризис в недрах дидактики, зародилась дидактическая инженерия, как новая методологическая ветвь этой науки. **Цель:** разработать теоретико-методологические основы дидактической инженерии на основе системно-параметрического подхода. **Материалы и методы.** На основе системно-параметрического подхода к теоретическим, методологическим положениям дидактики, а также, на базе системного анализа, построив комплекс из шести опорных (ключевых) утверждений как новых положений, а затем, используя их в контексте SADT-модели в качестве системообразующих, была сформирована единая теоретико-методологическая платформа-парадигма как основа дидактической инженерии. **Результаты исследования, обсуждения.** Построены теоретико-методологические основы дидактической инженерии, т.е. построено достаточно полное и целостное для дальнейшего развития «системное ядро»-платформа как новая методологическая ветвь классической дидактики. Разумеется, что для разработки этой платформы были использованы результаты новых достижений дидактики, педагогической психологии, информатики, искусственного интеллекта и так далее. Бесспорно, что на этой платформе также могут быть построены более новые поколения дидактических SMART-систем. **Заключение.** В цифровую эпоху дидактическая инженерия представляет собой теоретико-методологическую базу, на основе которой можно проектировать дидактические системы и педагогические технологии нового (цифрового) поколения.

Ключевые слова: дидактика, дидактическая инженерия, разработка, теоретико-методологические основы, цифровое поколение, проектирование, smart-системы

Благодарности: автор благодарит оргкомитет международного форума «Цифровая трансформация в этнообразовании: вызовы современности» за рекомендацию к печати в «Вестник МарГУ», а также профессора Н. К. Нуриева за ценные советы и корректные замечания при работе над статьей.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Старыгина С. Д. Системно-параметрический подход в дидактике: разработка теоретико-методологической основы дидактической инженерии // Вестник Марийского государственного университета. 2023. Т. 17. № 1. С. 29–37. DOI: <https://doi.org/10.30914/2072-6783-2023-17-1-29-37>

SYSTEM-PARAMETRIC APPROACH IN DIDACTICS: DEVELOPMENT OF THE THEORETICAL AND METHODOLOGICAL BASIS OF DIDACTIC ENGINEERING

S. D. Starygina

Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation

Abstract. Introduction. The heuristic approach to Pedagogy, adopted in world practice for the construction of pedagogical systems, has led to the crisis of education in our era. This approach is implemented in practice as a sequence of paradigms, i.e. the best training samples obtained by heuristic method, each of which maximally corresponds to the challenges and needs of its era. In the era of the digital economy, when society experienced a qualitative leap and the space of life activity changed, i. e. this space changed from real to real-virtual, then in fact it turned out that it was impossible to develop a new educational paradigm on a heuristic approach that

meets all the challenges and needs of our (digital) era. As a result of many attempts to overcome this pedagogical crisis, back in the 90s of the last epoch, Didactic engineering was born in the depths of Didactics, as a new methodological branch of this science. **The purpose of the article** is to develop theoretical and methodological foundations of Didactic engineering based on a system-parametric approach. **Materials and methods.** On the basis of a system-parametric approach to the theoretical, methodological provisions of Didactics, as well as, on the basis of a System analysis, building a complex of six reference (key) statements, and then, using them in the context of the SADT model as system-forming ones, a unified theoretical and methodological platform-paradigm was formed as the basis of Didactic engineering. **Research results, discussions.** Theoretical and methodological foundations of Didactic engineering have been constructed, i. e., a sufficiently complete and integral “system core”-platform has been built for further development as a new methodological branch of Classical didactics. Of course, the results of new achievements in Didactics, Pedagogical psychology, Computer science, Artificial intelligence, etc. were used to develop this platform. There is no doubt that newer generations of didactic SMART systems can also be built on this platform. **Conclusion.** In the digital age, Didactic engineering is a theoretical and methodological base on the basis of which it is possible to design didactic systems and pedagogical technologies of a new (digital) generation.

Keywords: Didactics, Didactic engineering, development, theoretical and methodological foundations, digital generation, design, SMART systems

Acknowledgments: the author thanks the organizing committee of the International Forum “Digital Transformation in Ethnic Education: Challenges of Modernity” for the recommendation for publication in the journal “Vestnik of the Mari State University”, as well as Professor N. K. Nuriev for valuable advice and correct comments when working on the article.

The author declares no conflict of interest.

For citation: *Starygina S. D.* System-parametric approach in Didactics: development of the theoretical and methodological basis of Didactic engineering. *Vestnik of the Mari State University*, 2023, vol. 17, no. 1, pp. 29–37. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2072-6783-2023-17-1-29-37>

Введение

Системно-параметрический подход как метод познания и методологическая основа для проектирования систем широко применяется в разных областях науки и практики. Основная причина такого широкого и многоаспектного использования этого подхода заключается в следующем. Эффективность функционирования (работоспособность) любой динамической системы зависит и характеризуется комплексом каких-то основных (ключевых) параметров с конкретными их значениями. В качестве простого примера можно рассмотреть возможное состояние (от плохого до хорошего) физической и интеллектуальной работоспособности (функциональности) человека в зависимости от значений его ключевых характеризующих параметров: Т – температура тела; D – кровяное давление; P – пульс сердцебиения.

1. Проблемно-параметрический подход в педагогике как социальный вызов цифровой экономики. В целом классическая педагогика основана на эвристическом подходе. Педагогика как наука зародилась в недрах философии, и раз-

витие ее проходило в основном под влиянием психологии и других гуманитарных наук. Формально развитие педагогических систем можно представить, как последовательность сменяющих друг друга парадигм, т. е. образцовых эффективных моделей воспитания и обучения, соответствующих потребностям социума на этот период развития. Разумеется, эти модели-парадигмы формировались эвристическим путем, и каждая из них была эффективна для своего времени. Появление виртуальной составляющей (интернет-пространства) в жизнедеятельной среде человека, т. е. с переходом общества в новый экономический информационно-цифровой формат не позволяет продолжить развитие образовательных систем как «шестствие» соответствующих времени парадигм, спроектированных на эвристическом подходе. Очевидно, что это глобальное противоречие является причиной, которая сформировала кризис в образовании во всем мире. В целом в качестве основных причин, вызвавших кризис в образовании, можно указать следующие. 1. Жизнедеятельная среда человека, во многом, стала реально-виртуальной. 2. Значимо выросла

потребность в массовой и быстрой подготовке специалистов, готовых решать сложные профессиональные проблемы в системе реального времени автоматизированным способом. 3. Во всем мире наступил кадровый «голод» в квалифицированных преподавателях, которые одновременно занимаются и научной деятельностью, т. к. только они ориентируются в наукоемких современных технологиях производства, использованию и управлению которыми необходимо научить. 4. Получение качественных образовательных услуг стало очень сложным и дорогостоящим занятием.

Разумеется, все эти причины в комплексе породили потребность в автоматизации обучения, т. е. в развитии дидактики как науки об обучении в новых перечисленных социально-экономических условиях. В итоге появилась потребность в использовании инженерных методов при проектировании автоматизированных дидактических систем, что в свою очередь привело к зарождению новой методологической ветви в дидактике, т. е. к зарождению новой методологии дидактическая инженерия в составе дидактики [4; 5]. Как известно из системного анализа как методологической основы многих наук, инженерия всегда при анализе, моделировании, проектировании новых систем использует в своей методологии системно-параметрический подход. На методологическом уровне это означает, что при проектировании новых объектов в инженерии всегда придерживаются точки зрения масштабированной системности. На практике это означает, что на каждом иерархическом уровне организации системы существуют масштабированные ключевые параметры, которые и «делают» проектируемый объект «системной сущностью» со своими уникальными свойствами на определенном (по масштабу) иерархическом уровне, поэтому в инженерии проектирование систем и процессов ведется через идентификацию их системообразующих параметров (параметров порядка), а организация их управления, например, с целью оптимизации поведения, проводится исходя из состояния значений «ресурсов» этих параметров. Очевидно, что развитие дидактической инженерии как одной из ветвей методологии дидактики открыло путь для проектирования «умных», т. е. smart-дидактических систем, которые в своем программном обеспечении содержат блоки принятия решений с «искусственным интеллектом».

2. Структурно-функциональная модель динамической системы, ее параметры, эффективность работы и декомпозиции. По степени изменчивости свойств в пространстве и во времени системы делятся на два класса: статические и динамические системы. Разумеется, человек при таком принципе классификации представляет собой функциональную (деятельную) систему, а затем уже (при «вложенной» классификации) биологическую и т. д., разумную систему. Исходя из этого факта, рассмотрим почти очевидными утверждениями и примечаниями.

Утверждение 1. Человек, как любая динамическая система, без ресурсов функционировать не может.

Примечание. В целом это следует из фундаментального второго закона термодинамики для динамических систем. По своей сути этот закон утверждает, что без поступления энергии (ресурса) система деградирует, т. е. система разрушается, показатель энтропии растет и в результате наступает хаос.

В модели представим мир с системно-параметрической точки зрения. В общем случае существует множество определений системы, но нас интересует только частный случай, т. е. определение динамической системы. С этой точки зрения, мы определим динамическую систему с выделенными там основными ресурсными характеристиками (с ключевыми параметрами и ресурсными потенциалами), т. е. сделаем так, как это принято в методологии SADT [10]. На рисунке 1 приводится общая структурно-функциональная модель любой динамической системы с интерфейсными дугами (с названиями атрибутов и с определением их параметров). Через I, C, O, M обозначены параметры с соответствующими названиями ресурсов, необходимых для функционирования абсолютно любой динамической системы. На практике в зависимости от состояния (количественного, качественного) этих ресурсов, т. е. ресурсных потенциалов, будут зависеть значения эффективности (параметр E) результата функционирования всей системы, т. е. формально это можно записать так: $E = F(I, C, O, M)$.

В самом общем представлении любая динамическая система функционирует следующим образом: ресурсы ВХОДа перерабатываются в ресурсы ВЫХОДа путем воздействия ресурсов

УПРАВЛЕНИЯ на ресурсы перерабатывающего МЕХАНИЗМА.

Разумеется, по определению, любая сложная система состоит из иерархически структурированных подсистем, каждую из которых можно рассматривать как самостоятельную систему на своем иерархическом уровне и в контексте самой системы (среды). Таким образом, на практике получается, что любая система одновременно является, и системой, и подсистемой, существующих в разных средах и масштабах. При этом если мас-

штаб увеличиваем, то производим декомпозицию системы и уже рассматриваем подсистемы с детализированными ресурсными потенциалами, и эта декомпозиция (в зависимости от целесообразности) может происходить до практической целесообразности. В SADT-моделировании самая общая (без детализации) модель называется контекстной (см. рис. 1), а ее ресурсные параметры – интегративными, например, таковыми являются ресурсные параметры I, C, O, M, которые могут быть декомпозированы на составляющие.



Рис. 1. Структурно-функциональная SADT-модель динамической системы с выделенными параметрами /
Fig. 1. Structural and functional SADT model of a dynamic system with selected parameters

Для того чтобы визуализировать состояние ресурсных потенциалов функционирующей системы вводят понятие фазового пространства, в котором численно отображается состояние ресурсных потенциалов системы на определенный момент времени (рис. 2). Разумеется, в развивающихся системах эти ресурсные потенциалы увеличиваются, а в деградирующих – уменьшаются во времени.

На рисунке 2 показаны две ситуации. В первой ситуации (сплошная линия) система при значениях ресурсных потенциалов: $I = i1$, $C = c1$, $M = m1$ имеет значение показателя выхода $O = o1$. Во второй ситуации (пунктирная линия) система при значениях ресурсных потенциалов: $I = i2$, $C = c2$, $M = m2$, имеет значение показателя выхода $O = o1$. Разумеется, какая ситуация лучше или хуже, зависит от вида критерия эффективности E.

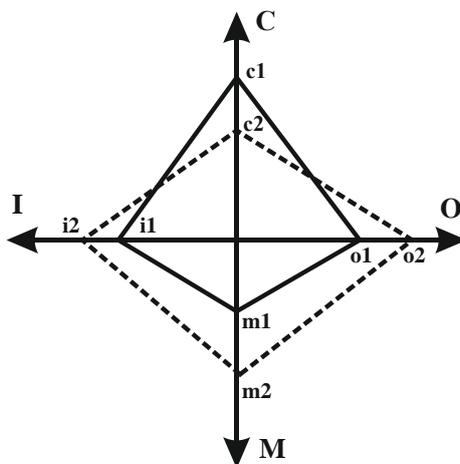


Рис. 2. Диаграмма фазового пространства функционирующей системы с разными значениями ресурсных потенциалов /
Fig. 2. Diagram of the phase space of a functioning system with different values of resource potentials

3. Решение проблем как естественный и осознанный способ приращения ресурсов человека. Очевидно, что, оставаясь в рамках общей структурно-функциональной SADT-модели динамической системы, можно построить множество частных моделей со своей спецификой. Например, как частный случай, можно построить параметрическую модель процесса решения проблемы человеком, который в процессе эволюции стал (вначале неосознанным, а затем и осознанным) способом его развития через приращения ресурсов. Из **утверждения 1** следует, что человек способен найти решение проблемы только на базе своих и привлеченных ресурсных потенциалов. При этом результат (решил или не решил проблему) оказывается случайным и вероятность «решил» в основном зависит от состояния его ресурсных потенциалов, таких как уровни развития способностей и качества знаний человека, решающего проблему. В контексте сказанного можно сформулировать следующие утверждения.

Утверждение 2. Способ (метод, алгоритм) решения человеком любой проблемы является инва-

риантным, т. е. является инстинктивным и заложен в человека природой в процессе эволюции.

В целом, из этого утверждения следует, что люди по своей природе решают все проблемы одним и тем же способом, т. е. этот способ является естественным, универсальным и инвариантным по своей природе.

Стоит особо отметить, что интеллект (особенно с его развитием) одновременно является как мощным инструментом для выживания через решение проблем, так и его тормозом, т. е. является ограничителем (по моральным, социальным соображениям) для безусловного использования решающего правила: «выжить любой ценой». Из сказанного следует, что при решении любых проблем, особенно сложных, человек в первую очередь использует свои интеллектуальные способности, которые могут проявиться в полной мере только при наличии других необходимых ресурсов для обеспечения его мыследеятельных процессов [9].

Этот инвариантный способ решения человеком любой проблемы, можно представить в виде структурно-функциональной SADT-модели (рис. 3).



Рис. 3. SADT-модель инвариантного способа решения проблемы человеком на основе своих ресурсных потенциалов / Fig. 3. SADT model of an invariant way of solving a problem by a person based on his resource potentials

Согласно структурно-функциональной (деятельной) SADT-модели решение проблемы человеком происходит так. На ВХОДе, согласно цели, формируется проблема сложности $S = s$, где s – значение ресурсного потенциала рассматриваемой проблемы. Человек (точнее, его интеллектуальная система) под УПРАВЛЕНИЕМ комплекса способностей $C = c$ (c – ресурсный потенциал) и используя в качестве МЕХАНИЗМА свои знания $Z = z$ (z – ресурсный потенциал) определенного качества, преобразует проблему на ВЫХОДе в результат $X = x$ (x – ресурсный потенциал результата), т. е. X – случайное собы-

тие с ресурсным потенциалом $x =$ «решил проблему».

Утверждение 3. Чем больше сложность проблемы, тем больше ресурсов необходимо для ее решения.

Как уже было сказано, для решения любой проблемы требуются ресурсы (**утверждение 1**), которые у человека ограничены. В модели будем полагать, что человек и проблема – это конфликтующие сущности в условиях неопределенности [3], и вероятность победить, с учетом того, что люди решают проблему одним и тем же способом (**утверждение 2**) в этом конфликте больше

у того, у кого больше ресурсов. При этом по умолчанию предполагается (эвристически установлено), что у любой проблемы, существует минимально-достаточный комплекс ресурсных потенциалов, при наличии которых человек способен решить проблему (победить) с вероятностью, близкой к единице. В сущности, этот минимально-достаточный комплекс ресурсных потенциалов определяет сложность проблемы, которую мы обозначили как параметр $S = s$ проблемы.

Утверждение 4. Любой человек инвариантно, т. е. инстинктивно по своей природе и осознанно, нацелен на приращение своих ресурсных потенциалов.

Все объясняется тем, что в ходе эволюции человеком выработано решающее правило: выжить легче тому, у кого больше ресурсный потенциал.

Утверждение 5. Обучение решению учебных проблем – это естественный, а для человека и

осознанный, а также самый безопасный способ приращения ресурсных потенциалов для выживания его в среде существования.

Очевидно, что в среде обитания высокоорганизованных животных обучение по добычанию пищи (ресурсов), единственный (без рисков самому быть съеденным) способ выживания молодняка. Пример тому, любое животное выращенное в неволе, а затем отпущенное на волю, с большой вероятностью погибает. В отличие от животных, человек еще осознает, что необходимо учиться, чтобы прирастить ресурсы, т. е. увеличить свой ресурсный потенциал для решения проблем в будущем.

На принципиальном уровне, как происходит приращение ресурсов человека в процессе его мыследеятельности при решении проблемы сложности $S = s$, можно объяснить в рамках SADT-модели (см. рис. 4).

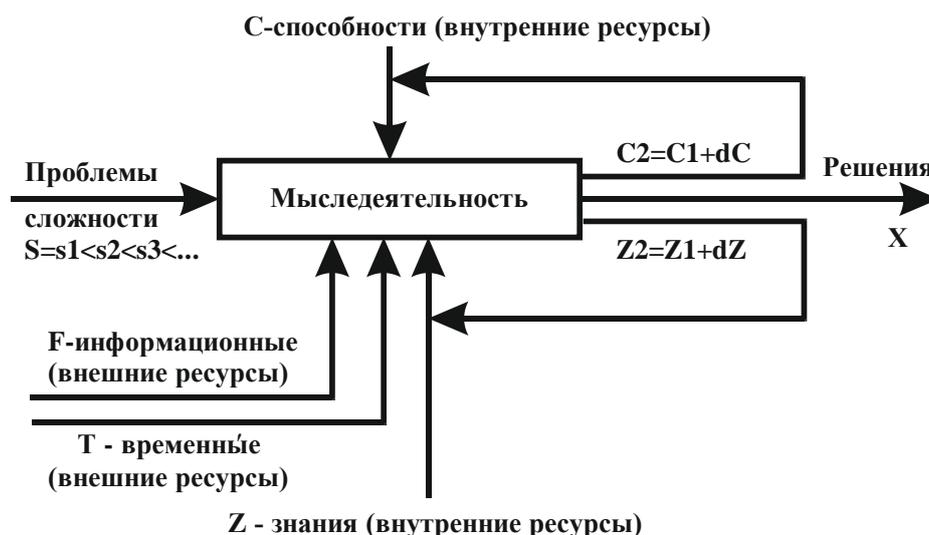


Рис. 4. Модель приращения ресурсных потенциалов человека в процессе решения проблемы /
Fig. 4. A model of increment of human resource potentials in the process of solving a problem

В рассматриваемой модели процесс решения проблемы представим как конфликтную ситуацию в условиях неопределенности, т. е. как борьбу ресурсных потенциалов человека с ресурсными потенциалами проблемы в условиях неполной информации. Очевидно, что максимальное приращение ресурсного потенциала человека происходит при борьбе с проблемой, а также при полной мобилизации его психических и физических внутренних ресурсов. При решении проблемы могут быть рассмотрены две крайние ситуации: 1) ситуация при полном достатке ресурсов.

В этой ситуации приращение ресурсов будет минимальной, т. к. нет необходимости напрягать все свои ресурсы; 2) ситуация при очень большом недостатке ресурсов. В этой ситуации у него нет надежды, и он, как правило, отказывается решать проблему, поэтому и нет приращения ресурсов. Таким образом, развитие (приращение ресурсов) происходит при относительно небольшом недостатке ресурсов человека и при большой мобилизации внутренних ресурсов, необходимых для решения проблемы, т. е. в этих условиях приращения (см. рис. 4) dC плюс dZ стремятся к максимуму.

Ресурсные потенциалы: POL, CHL соответственно характеризуют полноту и целостность усвоенных знаний (параметр Z) в результате подготовки обучающегося. Комплекс значений параметров POL и CHL в целом характеризует качество усвоенных знаний обучающимся в рамках учебного курса. Значение параметра UMN ха-

рактеризует умение проявлять свои способности (параметр C) на практике на фоне усвоенных знаний [8]. На основе данных тестирования в рамках учебного курса может быть построена диаграмма Кивиата, которую называли интеллект-картой развития знаний и умений обучающегося (рис. 5).

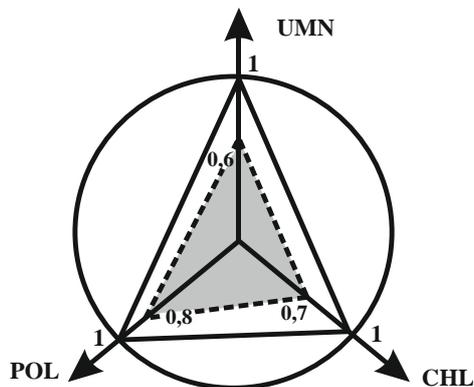


Рис. 5. Изменение ресурсных POL, CHL, UMN в единичном фазовом пространстве / Fig. 5. Change of resource POL, CHL, UMN in a single phase space

Утверждение 6. Решение проблем в определенном темпе и в порядке небольшого возрастания их сложности является самым быстрым способом приращения внутренних ресурсов человека.

В примечании можно сказать, что эту закономерность установил известный психолог Лев Семенович Выготский [2]. Закономерность быстрого развития способностей ребенка (человека) происходит через его «зоны ближайшего развития».

4. Формирование платформы как основы дидактической инженерии. Теоретические, методологические положения дидактики, как науки

об обучении и образовании, а также комплекс из шести утверждений, которые формируют новые основные положения о естественном целеустремленном способе приращения ресурсов человеком через обучение, рассмотренные в контекстной системообразующей «оболочки» SADT-модели, позволили сформировать единую теоретическую и методологическую основу (платформу) дидактической инженерии. Дидактическую инженерию можно рассматривать как инструментальное средство для проектирования дидактических систем нового (цифрового) поколения (рис. 6).

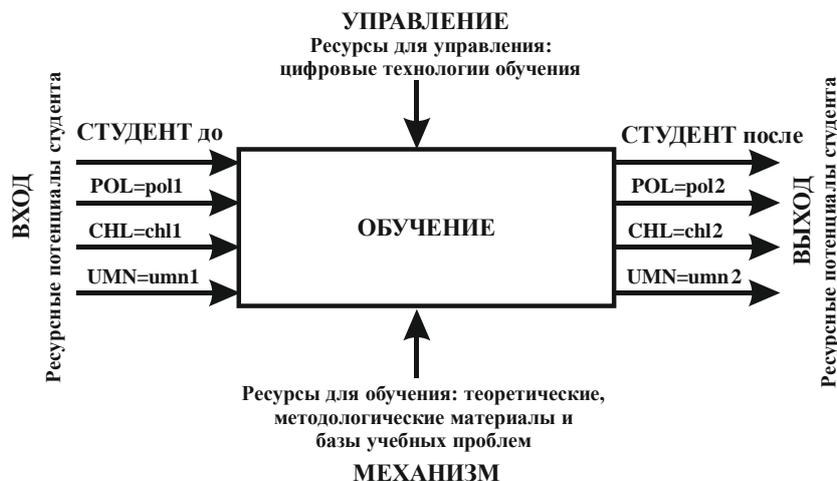


Рис. 6. Теоретико-методологическая платформа дидактической инженерии / Fig. 6. Theoretical and methodological platform of Didactic engineering

Согласно разработанной платформе дидактической инженерии дидактическая система нового поколения с цифровой технологией подготовки функционирует (обучение проходит) так: На ВХОД поступает студент с ресурсными потенциалами $POL = pol1$, $CHL = chl1$, $UMN = umn1$, который проходит подготовку под УПРАВЛЕНИЕМ (специально разработанного цифрового варианта) технологии [7] проблемно-развивающего обучения [1] на основе ресурсов МЕХАНИЗМА (теоретических, методологических, баз учебных проблем материалов) и на

ВЫХОДЕ он имеет результаты со значениями ресурсных потенциалов $POL = pol2$, $CHL = chl2$, $UMN = umn2$. Разумеется, чем больше разница между ресурсными потенциалами обучающегося после обучения и до него, тем эффективнее работает дидактическая система. Следует отметить, что при цифровой технологии обучения, которая организуется в реально-виртуальной образовательной среде и сопровождается построением динамических интеллект-карт происходит эффективное управление процессом обучения (рис. 7) [6].

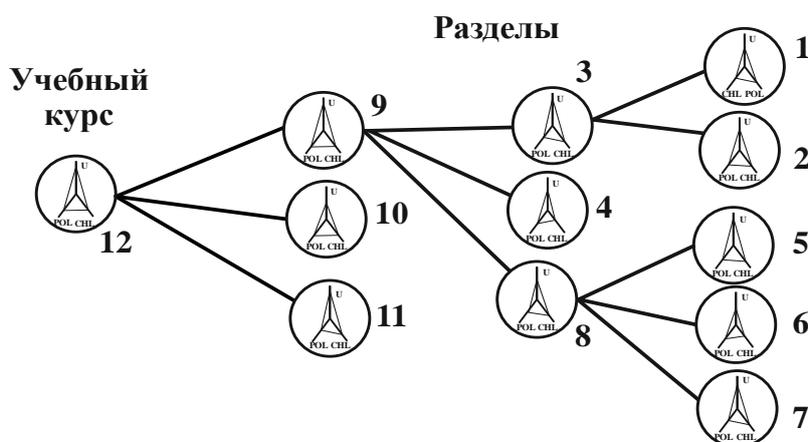


Рис. 7. Интеллект-карта качества овладения компетенцией в рамках учебного курса /
Fig. 7. Intellect-map of the quality of mastering the competence within the framework of the training course

На этих картах отражается процесс развития ресурсных потенциалов обучающегося в ходе процесса подготовки. В целом интеллект-карты

играют роль навигатора для оптимального управления развитием обучающегося.

1. Бобылева О. В., Чаркова В.В. Теория проблемно-развивающего обучения М. И. Махмутова // Молодой ученый. 2020. № 12 (302). С. 257–259. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42611552> (дата обращения: 01.12.2022).
2. Выготский Л. С. Педагогическая психология. М. : Педагогика-Пресс, 1996. 536 с.
3. Дж. фон Нейман, О. Моргенштерн. Теория игр и экономическое поведение. Наука, 1970. 983 с.
4. Нуриев Н. К., Старыгина С. Д. Дидактическая инженерия: параметрическое проектирование дидактических систем : монография. Казань : Редакционно-издательский центр «Школа», 2020. 104 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44543363> (дата обращения: 01.12.2022).
5. Старыгина С. Д., Нуриев Н. К. Разработка теоретико-методологической инструментальной цифровой платформы дидактики // Современные наукоемкие технологии. 2023. № 2. С. 169–178. DOI: <https://doi.org/10.17513/snt.39541>
6. 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.
7. Старыгина С. Д., Нуриев Н. К. Параметрический подход в педагогике: метрическая модель «развивающего» обучения с цифровой технологией подготовки // Управление устойчивым развитием. 2022. № 1 (38). С. 96–104.
8. Старыгина С. Д., Нуриев Н. К., Печеный Е. А. Разработка платформы для проектирования образовательных систем с цифровыми технологиями // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2022. № 2 (50). С. 44–58. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-platformy-dlya-proektirovaniya-obrazovatelnyh-sistem-s-tsifrovymi-tehnologiyami> (дата обращения: 01.12.2022).
9. Щедровицкий Г. П. Мышление. Понимание. Рефлексия. М., 2005. 800 с.
10. David A. Marca, Clement L. McGowan. SADT: Structured Analysis and Design Technique. McGraw-Hill, 1988.

Статья поступила в редакцию 16.01.2023; одобрена после рецензирования 09.02.2023; принята к публикации 06.03.2023.

Об авторе**Старыгина Светлана Дмитриева**

кандидат педагогических наук, доцент, заведующий кафедрой информатики и прикладной математики, Казанский национальный исследовательский технологический университет (420015, Российская Федерация, г. Казань, ул. К. Маркса, д. 68), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3401-6452>, svetacd_kazan@mail.ru

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

1. Bobyleva O. V., Charkova V. V. Teoriya problemno-razvivayushchego obucheniya M. I. Makhmutova. [Theory of problem-developing learning by M. I. Makhmutov]. *Molodoi uchenyi = Young Scientist*, 2020, no. 12 (302), pp. 257–259. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42611552> (accessed 01.12.2022). (In Russ.).
2. Vygotskii L. S. *Pedagogicheskaya psikhologiya [Pedagogical psychology]*. M., Pedagogika-Press Publ., 1996, 536 p. (In Russ.).
3. J. von Neumann, O. Morgenstern *Teoriya igr i ekonomicheskoe povedenie [Theory of games and economic behavior]*. Science Publ., 1970, 983 p. (In Russ.).
4. Nuriev N. K., Starygina S. D. *Didakticheskaya inzheneriya: parametricheskoe proektirovanie didakticheskikh sistem: monografiya [Didactic engineering: designing the parameters of didactic systems: monograph]*. Kazan, Editorial and publishing center “School”, 2020, 104 p. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44543363> (accessed 01.12.2022). (In Russ.).
5. Starygina S. D., Nuriev N. K. *Razrabotka teoretiko-metodologicheskoi instrumental'noi tsifrovoi platformy didaktiki [Development of a theoretical and methodological instrumental digital platform of didactics]*. *Sovremennye naukoymkie tekhnologii = Modern High Technologies*, 2023, no. 2, pp. 169–178. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.17513/snt.39541>
6. Starygina S. D. *Teoriya razvitiya resursnykh potentsialov lichnosti i ee prilozhenie k didaktike v epokhu tsifrovoi ekonomiki [The theory of the development of personal resource potentials and its application to didactics in the era of the digital economy]*. *Upravlenie ustoichivym razvitiem = Sustainable Development Management*, 2022, no. 3 (40), pp. 90–98. (In Russ.).
7. Starygina S. D., Nuriev N. K. *Parametricheskii podkhod v pedagogike: metrichesкая model' “razvivayushchego” obucheniya s tsifrovoi tekhnologiei podgotovki [Parametric approach in pedagogy: a metric model of “developmental” education with digital training technology]*. *Upravlenie ustoichivym razvitiem = Sustainable Development Management*, 2022, no. 1 (38), pp. 96–104. (In Russ.).
8. Starygina S. D., Nuriev N. K., Pecheny E. A. *Razrabotka platformy dlya proektirovaniya obrazovatel'nykh sistem s tsifrovymi tekhnologiyami [Platform development for the design of educational systems with digital technologies]*. *Prikaspiiskii zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii = Caspian Journal: Management and High Technologies*, 2020, no. 2 (50), pp. 44–58. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-platformy-dlya-proektirovaniya-obrazovatelnykh-sistem-s-tsifrovymi-tehnologiyami> (accessed 01.12.2022). (In Russ.).
9. Shchedrovitsky G. P. *Myshlenie. Ponimanie. Refleksiya [Thinking. Understanding. Reflection]*. M., 2005, 800 p. (In Russ.).
10. David A. Marca, Clement L. McGowan. *SADT: Structured Analysis and Design Technique*. McGraw-Hill, 1988. (In Eng.).

The article was submitted 16.01.2023; approved after reviewing 09.02.2023; accepted for publication 06.03.2023.

About the author**Svetlana D. Starygina**

Ph. D. (Pedagogy), Associate Professor, Head of the Department of Informatics and Applied Mathematics, Kazan National Research Technological University (68 K. Marksa St., Kazan 420015, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3401-6452>, svetacd_kazan@mail.ru

The author has read and approved the final manuscript.