УДК 378.14

Когнитивные технологии в on-line базовой геометро-графической подготовке студентов технических вузов

Cognitive technologies in the online basic geometric and graphic training of technical University students

Усанова Е.В., Казанский национальный исследовательский технический университет (КНИТУ-КАИ), Казань, usanova.helena@mail.ru

Usanova E., Kazan national research technical university (KNRTU-KAI), usanova.helena@mail.ru

DOI: 10.51379/KPJ.2020.47.44.009

Ключевые слова: базовая геометро-графическая подготовка, когнитивные технологии, метод проектов.

Keywords: basic geometric and graphic training, cognitive technologies, project method.

Аннотация. Актуальность статьи обусловлена необходимостью анализа влияния применения когнитивных технологий в профессиональной подготовке инженеров в формате on-line обучения.

Цель статьи состоит в анализе условий развития познавательных механизмов обучающихся: генерации знаний, умений и навыков владения – вследствие применения когнитивных обучающих технологий в базовой геометро-графической подготовке. В целях формирования целостности инженерной деятельности в условиях цифровой экономики автором рассмотрены основные условия развития эффективных механизмов познания с учетом индивидуальных когнитивных возможностей личности обучающихся. Представлен практический опыт интеграции когнитивных технологий на базе проектной и проблемно-ориентированной дидактики путем интеллектуально интерактивного on-line обучения методом проектов. Показано, что проблемно-ориентированная проектная деятельность в команде, расширяет область профессиональных задач и обогащает интеллектуальный потенциал каждого отдельного обучающегося. Интеллектуальная интерактивность обучающего материала позволяет формировать как индивидуальную траекторию отдельного обучающегося, так и групповой менталитет команды разработчиков технических объектов.

Abstract. The relevance of the article is due to the need to analyze the impact of the implementation of cognitive technologies in the professional training of engineers in the online-training format.

The purpose of the article is to analyze the conditions for the development of students' cognitive mechanisms: the generation of knowledge, skills and proficiency due to the use of cognitive training technologies in basic geometric and graphic training. In order to form the integral unity of engineering activities in the digital economy, the author considers the main conditions for the development of effective mechanisms of cognition, taking into account the individual cognitive capabilities of students. The article presents practical experience in integrating cognitive technologies based on project-based and problem-oriented didactics via means of intelligent, interactive online-learning using the project method. It is shown that problem-oriented project activity in a team expands the scope of professional tasks and enriches the intellectual potential of each individual student. The intellectual interactivity of the training material allows you to form both the individual vector for an individual student and the group mentality of a team of developers of technical objects.

Введение. Методологические основания, в русле которых трактуется концепция интеграции базовой геометро-графической подготовки студентов технических вузов [1], позволяют аргументировать и оптимизировать обучающие технологии, методы, формы обучения, адекватные профессиональной деятельности инженера в рамках концепции параллельного инжиниринга с информационной поддержкой жизненного цикла изделий – *CE/PLM* (*CE, Concurrent Engineering; PLM, Product Lifecycle*

Management). Внедрение в геометро-графическую подготовку различных моделей смешанного обучения (*blended-learning*), базирующихся на копировании (оцифровке) традиционных лекционных форматов, ускорило процесс обучения за счет быстродействия и технических возможностей цифровых технологий в *on-line* формате. Но даже при всей их современной электронной экипировке, лекционные форматы уже имеют тенденцию к спаду, уступая место проектным форматам. В профессиональном

образовании проектная дидактика с её методологией генерации новых идей активизирует и стимулирует развитие преобразующе-познавательных когнитивных механизмов формирования знаний, умений и навыков как компонент компетентности целостной инженерной деятельности в наукоемком инжиниринге.

Интеграция обучающих технологий на базе проектной и проблемно-ориентированной дидактики, отвечая *CEPLM*, направлена на рост производительности и качества инженерно-технической подготовки и предполагает генерацию целостных знаний, умений и навыков владения ими в процессе «целостной инженерной деятельности» [2, с.69]. В современном вузовском геометро-графическом образовании подготовка к такой деятельности осуществляется путем интеграции проектных и проблемно-ориентированных технологий с использованием цифровых проектно-технологических CAD/CAE/CAM-систем и широкого спектра различных компьютерных техник визуализации обучающей информации, сокращающих время на обучение [3-5]. Для производственно-экономических потребностей развития цифрового общества будущего требуются формы и методы обучения, соответствующие инновационной деятельности в условиях цифровой экономики. Необходима трансформация современной «постиндустриальной» дидактики высшей школы. Экспертные прогнозы аналитиков [6-11 и др.] рассматривают различные перспективные технологии обучения будущего. Такие технологии, как [8, тренд 5]: работа в команде, тьюторы и менторские сети, технологии интерактивные преподаватели-симуляторы (ИПС), искусственный интеллект (ИИ) как персональный наставник в познании и т.д. – позволяют оптимизировать основные результаты обучения и самообучения обучающихся при формировании инновационных компонент профессиональной компетентности. Уже в 2020–2025 гг. в подготовке инженеров для наукоемкого машиностроения стали востребованными технологии на базе когнитивной дидактики, создающие условия для развития эффективных механизмов познания с учетом индивидуальных когнитивных возможностей личности обучающихся.

Переход к когнитивным технологиям в базовой геометро-графической подготовке, направленной на формирование и развитие когнитивных механизмов познания как базы профессионального роста для проектно-конструкторской деятельности в эпоху цифровой

экономики, в опережающем режиме требует: оптимизации содержания обучения, определения организационных форм обучения, создания условий для эффективной трансформации свойств личности при решении учебно-познавательных задач. Применение в современной геометро-графической подготовке студентов технических вузов в формате *on-line* интерактивных когнитивных технологий обучения требует, прежде всего, исследования структурирования обучающей информации в контексте оптимального влияния на когнитивную триаду знания: информацию, мышление, память. Критерием эффективности их влияния будет генерация знаний, умений, навыков владения, полученных в условиях учебного процесса при формировании компонент профессиональной геометро-графической компетентности.

Целью данной работы является анализ условий применения когнитивных технологий при формировании базовых компонент геометро-графической компетентности в *on-line* обучении.

Методология исследования. Современная когнитология располагает технологиями, которые адекватно могут быть использованы в базовой геометро-графической подготовке в формате *on-line*. Эти технологии позволяют оптимизировать основные компоненты обучения и самообучения: содержание образования, формы его организации, условия эффективной трансформации свойств личности» при решении учебно-познавательных задач. В результате их применения происходит формирование инновационных знаний, умений и навыков владения, относящихся к геометро-графической компетентности. Сущность ее состоит не только во владении CAD-инструментарием в решении проектно-конструкторских задач, но и в «развитии личностных качеств: пространственных представлений, инженерном чутье, профессиональной интуиции, конструкторском мышлении, опирающихся на понимание функциональных и конструктивных особенностей моделируемых технических объектов, способности к их глубокому анализу» [3, с.24].

В 3-х уровневой структуре обучающего контента [1, с.94, рис.1] базовой геометро-графической подготовки учебная деятельность осуществляется через интегрированные учебные элементы (УЭ), которые включены в краткие темы-микромодули (ММ), входящие в состав отдельных модулей (М). Способность осмысливать и выделять сущностные связи и отношения в формировании целостного восприятия при переработке протяжённых

взаимосвязанных информационных потоков обучающей информации утрачивается, поэтому в микрообучении обучающая информация должна быть максимально сжата. В интегрированных УЭ для концентрации (сжатия) информации применяются различные техники визуализации: статичные ГСПИ – графические средства представления информации, РРТ-анимация, видеоролики и т.д. Текстовая информация, сжатая в графическое изображение, обладая гораздо большей информационной ёмкостью и скоростью распознавания вследствие simultанности восприятия, влияет на скорость осознанного распознавания и понимания графических изображений, интенсифицируя передачу обучающей информации. Доступная для понимания, сжатая графически, она стимулирует мышление графическими образами, «визуальную грамотность, позволяющую читать смысл, заложенный в графическом изображении» [3, с.25]. Являющееся доминирующим средством коммуникации специалистов на всех этапах жизненного цикла изделий мышление посредством визуальных операций, умение выражать свои идеи с помощью графического языка, способность извлекать смысл из представленной в графическом виде информации, интерпретировать ее – необходимые профессиональные умения инженера в области техники и технологий.

Методологически использование средств визуализации обучающей информации в геометро-графической подготовке основывается на принципах системного квантования и когнитивной визуализации, которые относятся к инновационным технологиям (Г.В. Лаврентьев, [12, с.146]). Системное квантование вытекает из специфики мыслительной деятельности. Если большой объем интегрированной обучающей информации представить структурированно, с выделением смысловых опор, то это будет способствовать лучшему запоминанию. При этом визуализация с использованием когнитивных графических приемов и техник, формирует новое качество мышления, повышает эффективность усвоения информации. Графические средства при этом направлены на выполнение когнитивных функций, [3, с.27].

В педагогической практике известны различные техники визуального структурирования, применяемые в зависимости от особенностей и свойств знаний различных предметных областей. Это опорные схемы и различные типы диаграмм и графов: *fishbone* – диаграммы Исикавы, *causal chains* – каузальные цепи, *roadmaps* – «стратегические» карты, *spiders*

– лучевые схемы-пауки, ассоциативные *mindmapping* – ментальные карты памяти, фреймы и др. [4;5;13]. Ассоциативная природа восприятия и мышления дает основания к построению различных систем подачи УЭ в обучении (*mindmapping* и т.д.) как средства прочного сохранения знаний в памяти. «Но полноценные ассоциации (С.Л. Рубинштейн [14]), могут быть только продуктом аналитико-синтетической деятельности человеческого мышления, выявляющего и усваивающего ассоциации в ходе размышлений» [3, с.41]. Усвоение же самих ассоциаций – процесс стихийный и неуправляемый, что в обучении точным техническим наукам в базовой геометро-графической подготовке не всегда может служить надежным приемом в усвоении знаний. С целью активизации осмысления учебного материала в геометро-графической подготовке важно установление корректных логических связей при его представлении для усвоения. Тогда «визуализация и структурирование в *on-line* обучении позволяют быстрее и эффективнее усваивать новые системы понятий и способы действий» [3, с.58]. Многолетний опыт использования в обучении различных техник визуализации дает основания автору считать, что «для решения образовательных задач геометро-графической подготовки логично использовать классические структурно-логические схемы (СЛС) с фреймами, т.к. в данной предметной области с их помощью можно обеспечить наибольшую информационно-смысловую емкость, универсальность и интегративность» [3, с.27]. При этом, располагая опорные элементы содержания, выделяя логические и преемственные связи между ними, СЛС опираются на структуру и ассоциативные связи, характерные для долговременной памяти человека [15, с.88,89]. Они выполняют функцию объединения опорных понятий в определенную систему и, будучи связанными ею, раскрывают структуру содержания знания, его задачи и направления развития. СЛС с фреймами имеют высокий коэффициент информативной значимости (отношение доли сущностной информации к полной информационной емкости сообщения). При СЛС-структурировании и систематизации, выделении главных компонент, «опорных сигналов» работает логическая (смысловая) память, основанная на установлении в запоминаемом материале смысловых связей, Эффективность ее в 20 раз выше, чем механической [15, с.61].

В *on-line* учебно-информационном взаимодействии интерактивные средства

обучения выступают как интеллектуально равнозначимые с остальными субъектами образовательного процесса. Реализовать в микрообучении их интеллектуальную интерактивность реально на основе обратной связи в *LMS*. Отслеживая когнитивные компоненты познания обучающихся по уровню теоретических знаний, ориентации в инструментари *CAD*-систем, знанию и пониманию функциональных и конструктивных особенностей моделируемых объектов, фиксируемые в отчетах *LMS*, можно осуществлять адаптивное обучение. Современные развитые *LMS* позволяют обновлять содержание микромодулей на основе анализа сообщений обратной связи от каждого обучающегося и постоянно совершенствовать их с учетом психолого-педагогических рекомендаций. Предъявляя обучающимся, в соответствии с уровнем генерируемых с помощью когнитивных технологий уровнем знаний, умений и навыков владения, индивидуальную обучающую информацию, можно персонифицировать обучение для будущей успешной профессиональной деятельности инженера в условиях цифровой экономики. Развитые *LMS* позволяют осуществлять такую интеллектуальную интерактивность в каждом изучаемом фрейме.

Результаты исследования. Для оценки влияния применения когнитивных технологий в *on-line* базовой геометро-графической подготовке проведен анализ результатов в учебной группе Института радиотехники и телекоммуникаций (ИРЭТ КНИТУ-КАИ) в весеннем семестре 2019/2020 учебный года. Для освоения учебного модуля М6 (Моделирование

сборочных единиц) [1] была организована проблемно-ориентированная работа в команде методом проектов в человеко-машинном режиме интеллектуальной интерактивности обучающего материала (рис.1.) Работа организована как учебно-ролевая, так как профессиональных знаний студентов на данном этапе обучения (конец 1-го курса) еще недостаточно. Сформулированы проблемные задачи: по типологии деталей, сложности формообразования, приемам создания сборки и т.д., и творческие – коррекция формы назначенных преподавателем деталей сборочной единицы, создание новых форм деталей и т.д. Вариации распределения ролей участников проекта определялись постановкой конкретных проблем. Когнитивная компонента компетентности оценивалась по данным отчетов в *LMS Blackboard*. Для остальных компонент в отсутствие корректных методик их диагностики, адаптированных к геометро-графической подготовке для профессиональной деятельности в СЕ/PLM, может быть рекомендован метод экспертных оценок с получением коллективного мнения путем опроса экспертов (преподавателя и студентов) в электронном общении.

Структуру интерактивного интеллектуального адаптированного управления *on-line* обучением в М6 иллюстрирует семантический алгоритм интеллектуального *on-line* обучения. Слева в нем пунктиром обозначены семантические связи между блоками, справа обратные логические связи для интеллектуального адаптированного управления обучением, см. рисунок 2.

Рисунок 1. – организация командной работы «Создание сборки изделия»

Рисунок 2. – Алгоритм интеллектуального on-line обучения

Основные особенности реализации алгоритма в базовой геометро-графической подготовке следующие:

1. В микромодуле учебные элементы должны быть последовательно сопряжены. Структура УЭ в интеллектуально интерактивной системе обучения предполагает наличие:

- координирующего блока с целями его изучения;
- информационно-инструктивного блока с базой данных и базой знаний, содержание которых строится, исходя из дидактических целей, и строго им соответствует. Содержит теоретические и практические сведения, которые представлены в виде лаконичного текста и СЛС с фреймами;
- контролирующего блока, состоящего из тематических и контрольных вопросов и заданий, которые соотносятся с поставленными целями. Он позволяет определить результаты усвоения каждого УЭ в микромодуле.

2. В блоке «Практика» осуществляется 3D-моделирование отдельных деталей, составление сборочной единицы из них, автоматическое получение по ним ассоциативных 2D чертежей и аннотирование их по ГОСТ. Освоение знаний, умений и навыков владения происходит именно в этой практической деятельности, и от того, как она организована (работа в команде, самостоятельная работа студента и др.), зависит целостность их формирования.

3. Блок «Проверка». За многолетнюю практику автор пришел к выводу, что для графических тестов лучше не использовать

«неправильные» изображения. Иногда они могут иметь более сильное воздействие и легче запоминаются. Лучшими тестами в базовой подготовке служат грамотные выполненные графические задания и контрольные работы. Отследить рациональность выполнения заданий с помощью CAD-инструментов для оценки владения обучающимися профессиональными навыками сложности не возникает.

Конечные результаты мониторинга когнитивного компонента в баллах: отличные 23,7%; хорошие 45,8%; средние 30,5%. Промежуточные результаты не фиксировались по техническим причинам: перегрузка платформы *LMS Blackboard* в период эксперимента.

Заключение. Проблемно-ориентированная проектная деятельность уже на начальном этапе обучения позволяет создать условия для решения когнитивной задачи, состоящей в подготовке целевой группы разработчиков технических объектов. Работа в команде, «расширяя область профессиональных задач, обогащает интеллектуальный потенциал обучающихся, повышает ответственность членов команды в принятии самостоятельных решений» [5, с.69] и формировании группового проектного менталитета, трансформируя их личностные свойства.

Вопросы адаптивного управления обучением на базе интерактивных электронных обучающих ресурсов в *on-line* формате автоматизировано решаются на основании обратной связи по отчетам в *LMS*. Пока это возможно только в человеко-машинном варианте с участием

преподавателя при значительной его перегрузке. Для автоматического выбора системой индивидуально необходимого обучающего материала необходимо, как минимум, его наличие. Это задача должна решаться в психолого-педагогическом контексте. Технологичные для автоматизированного управления обучением критерии оценки компонентного состава качеств личности, таких как: мотивация, качество мышления и т.д., характеризующих целостность формирования

геометро-графической компетентности, в методиках субъектной адаптивности специалистами в области инженерной психологии пока недостаточно разработаны и адаптированы к профессиональной деятельности в *CE/PLM*.

Дальнейшие исследования автора направлены на подготовку графических заданий для использования в интерактивном обучении с применением когнитивных технологий в *on-line* формате.

Литература:

1. Усанова Е.В. Методологические основания интеграции базовой геометро-графической подготовки студентов в технических вузах / Е.В. Усанова // Казанский педагогический журнал. – 2020. – № 5(142). – С. 90-96.
2. Юшко С.В., Галиханов М.Ф., Кондратьев В.В. Интегративная подготовка будущих инженеров к инновационной деятельности для постиндустриальной экономики / С.В. Юшко, М.Ф. Галиханов, В.В. Кондратьев // Высшее образование в России. – 2019. – № 1. – С. 65-75.
3. Рукавишников В.А. Базовая геометро-графическая подготовка специалистов в области техники и технологии: монография / В.А. Рукавишников, Е.В. Усанова. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2018. – 126 с.
4. Усанова Е.В. Повышение эффективности базовой геометро-графической подготовки в техническом вузе / Е.В. Усанова // Казанский педагогический журнал. – Казань: Изд-во ООО «Слово», 2015. – № 4. – С. 79-83.
5. Усанова Е.В. Формирование базового уровня геометро-графической компетентности в электронном обучении / Е.В. Усанова // Геометрия и графика. – 2016. – Т. 4. – № 1. – С. 64-72.
6. Ефимов В.С. Будущее высшей школы в России: экспертный взгляд [Электронный ресурс] / В.С. Ефимов. – Красноярск: Центр стратегических исследований и разработок СФУ, 2012. – Режим доступа: <https://docplayer.ru/62880053-Budushchee-vysshey-shkoly-v-rossii-ekspertnyy-vzglyad-forsayt-issledovanie-2030.html>
7. Климов А.А. Модернизация российского образования. Вызовы нового десятилетия / А.А. Климов. – «РАНХиГС», 2016. – (Экономическая политика: между кризисом и модернизацией)
8. Крол А. Инфографика: 5 трендов в образовании, которые формируют будущее [Электронный ресурс] / А. Крол. – Режим доступа: <https://medium.com/krol-institute/инфографика-5-трендов-в-образовании-которые-формируют-будущее-2df2bc30a4c6>
9. Кондратьев В.В. Подготовка будущих инженеров для работы в междисциплинарных командах и проектах / В.В. Кондратьев // Инженерное образование: журнал АИОР. – 2016. – № 20. – С. 98–103.
10. Левина Е.Ю., Мухаметзянова Л.Ю. Развитие Человека знания в ракурсе когнитивной парадигмы / Е.Ю. Левина, Л.Ю. Мухаметзянова // Казанский педагогический журнал. – 2020. – № 3(140). – С. 8-18.
11. Камалеева А.Р. Концепты когнитивной дидактики: ориентация на цифровизацию высшего образования / А.Р. Камалеева // Казанский педагогический журнал. – 2020. – № 4(141). – С. 31-37.
12. Лаврентьев Г.В. Инновационные обучающие технологии в профессиональной подготовке специалистов: учебное пособие / Г.В. Лаврентьев, Н.Б. Лаврентьева, Н.А. Неудахина. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2009. – Ч. 2. – 232 с.
13. Бабич А.В. Эффективная обработка информации. Mind mapping для студентов и профессионалов: учебное пособие / А.В. Бабич. – М.: Интернет-Ун-т информ. Технологий. БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 223 с.
14. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии / С.Л. Рубинштейн. – М.: Педагогика, 1989. – Т.1. – С. 485.
15. Столяренко Л.Д. Психология и педагогика для технических вузов. Серия «Высшее образование» / Л.Д. Столяренко, В.Е. Столяренко. – Ростов на Дону: Изд-во «Феникс», 2004. – 512 с.

References:

1. Usanova E.V. Methodological foundations for the integration of basic geometric-graphic training of students in the technical universities / E.V. Usanova // Kazan Pedagogical Journal. – 2020. – № 5(142). – S. 90-96.
2. Yushko S.V., Galikhanov M.F., Kondratyev V.V. Integrative training of future engineers for innovative activity for post-industrial economy / S.V. Yushko, M.F. Gelikhanov, V.V. Kondratyev // Higher education in Russia. – 2019. – № 1. – S. 65-75.
3. Rukavishnikov V.A. Basic geometric-graphic training of specialists in the field of engineering and technology: monograph / V.A. Rukavishnikov, E.V. Usanova. – Kazan: Kazan. State Engineering. University, 2018. – 126 p.

4. Usanova E.V. Enhancing the effectiveness of basic geometric-graphic training in a technical university / E.V. Usanova // *Kazan pedagogical journal*. - Kazan: Publishing House of LLC "Slovo", 2015. - № 4. - P. 79-83.
5. Usanova E.V. Formation of the basic level of geometric-graphic competence in e-learning / E.V. Usanova // *Geometry and Graphics*. - 2016. - Т. 4. - № 1. - P. 64-72.
6. Efimov V.S. The future of higher education in Russia: an expert view [Electronic resource] / V.S. Efimov. - Krasnoyarsk: Strategic Research and Development Center of the Siberian Federal University, 2012. - Access mode: <https://docplayer.ru/62880053-Budushchee-vysshey-shkoly-v-rossii-ekspertnyy-vzglyad-forsayt-issledovanie-2030.html>
7. Klimov A.A. Modernization of the Russian education. Challenges of the New Decade / A.A. Klimov. - "RANEP", 2016. - (Economic policy: between crisis and modernization).
8. Krol A. Infographics: 5 trends in education that shape the future [Electronic resource] / A. Krol. - Access mode: <https://medium.com/krol-institute/infographic-5-trends-in-education-which-form-the-future-2df2bc30a4c6>
9. Kondratyev V.V. Training of future engineers to work in interdisciplinary teams and projects / V.V. Kondratyev // *Engineering Education: AEER Journal*. - 2016. - № 20. - P. 98-103.
10. Levina E.Yu., Mukhametzyanova L.Yu. Human development of knowledge in the perspective of the cognitive paradigm / E.Yu. Levina, L. Yu. Mukhametzyanova // *Kazan Pedagogical Journal*. - 2020. - № 3(140). - S. 8-18.
11. Kamaleeva A.R. Concepts of cognitive didactics: focus on digitalization of higher education / A.R. Kamaleeva // *Kazan Pedagogical Journal*. - 2020. - № 4(141). - S. 31-37.
12. Lavrentiev G.V. Innovative teaching technologies in professional training of specialists: textbook / G.V. Lavrent'ev, N.B. Lavrentieva, N.A. Neudakhina. - Barnaul: Publishing house of Alt. University, 2009. - Part 2. - 232 p.
13. Babich A.V. Effective information processing. Mind-mapping for students and professionals: manual / A.V. Babich. - M.: Internet-Un-t inform. Technology. BINOMIAL. Knowledge Laboratory, 2011. - 223 p.
14. Rubinstein S.L. Basics of general psychology / S.L. Rubinstein. - M.: Pedagogy, 1989. - Т.1. - P. 485.
15. Stolyarenko L.D. Psychology and pedagogy for technical universities. "Higher Education" Series / L.D. Stolyarenko, V.E. Stolyarenko. - Rostov-on-Don: Publishing house "Phoenix", 2004. - 512 p.

13.00.08 – Теория и методика профессионального образования

Сведения об авторе:

Усанова Елена Владимировна (г. Казань, Россия), кандидат педагогических наук, доцент кафедры Машиноведения и инженерной графики, ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ».