

Технологии цифровой инфографики в интерактивном электронном обучении

С.В. Тархов^{1а}, Л.М. Тархова^{2,3б}

¹ ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий» (УУНиТ), г. Уфа, Россия

² ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет» (БГАУ), г. Уфа, Россия

³ ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (УГНТУ), г. Уфа, Россия

Аннотация. Целью данного исследования является повышение эффективности образовательного процесса на основе применения компьютерных технологий обработки цифрового инфографического контента, позволяющего создавать интерактивную инфографику с использованием оригинального метода разметки и алгоритмов обработки. Отмечена тенденция всё более широкого применения мультимедиа-контента и цифровой инфографики в современном образовательном процессе вследствие его высокой информационной ёмкости – информационная энтропия изображения равна предельному значению условной энтропии одного элемента изображения, умноженному на полное число элементов. Показано значение сложноорганизованной цифровой графической информации в информационных процессах при проведении учебных занятий. Разработана классификация цифрового инфографического контента, используемого в научно-технической и образовательной областях. Описан разработанный авторами метод разметки цифрового инфографического контента, заключающийся в декомпозиции изображений с использованием карт разметки графических образов. Представлен алгоритм работы с цифровыми инфографическими объектами, содержащимися в электронном учебном контенте. Практическое применение при изучении графических инженерных дисциплин цифрового инфографического контента с картами разметки показало его высокую эффективность – качество усвоения учебного материала при самостоятельной работе обучающихся повысилось в среднем на 20–25 %.

Ключевые слова: компьютерные технологии, цифровая инфографика, карты разметки, обработка изображений, декомпозиция изображений, образовательный процесс, электронное обучение.

^аtarkhov@inbox.ru, ^бtarkhova@inbox.ru

Введение

Широкий доступ к информационным ресурсам глобальной компьютерной сети Интернет предоставляет пользователям уникальные возможности оперативного получения необходимой им информации в различных предметных областях [1, 2]. Если на начальных этапах развития Интернета информационные ресурсы были представлены в основном в текстовой и гипертекстовой форме вследствие объективных ограничений, накладываемых программно-аппаратной средой, то в настоящее время современные информационные коммуникационные технологии и компьютерная техника позволяют широко использовать цифровой графический и мультимедиа-контент [3]. Человек по своей природе естественным образом ориентирован на визуальное восприятие окружающего мира. Инфографика (информационная графика) – графический способ представления информации и знаний в виде системно организованной совокупности графических (изображения) и текстовых данных, целью которого является качественно и эффективно представить сложно организованную систематизированную и структурированную информацию [4]. Другими словами, инфографика представляет собой картинку, на которой с помощью текста и графики отображена определённая информация. Она призвана не заменить текст информационного сообщения, а лишь в наглядной и доступной форме помочь донести до потребителя сложную информацию. «Основным отличием инфографики от других видов визуализации информации является её метафоричность, то есть это не просто график, диаграмма, построенные на основе большого

количества данных, это график, в который вставлена визуальная информация, аналогии из жизни, предметы обсуждения» [5].

В настоящее время существенно изменились методы формирования и представления инфографики, в основу которых положены цифровые технологии. Они позволяют создавать инфографику в виде статических изображений, динамических изображений, управляемых интерактивных объектов и интерактивных интерфейсов, реконструировать процессы и события на временных шкалах, а также создавать трёхмерные структуры. Интерактивная инфографика представляет комбинацию обычной инфографики и средств управления содержанием изображения, данные для которого могут меняться в зависимости от выбранных или установленных пользователем параметров. В настоящее время инфографика повсеместно используется в различных областях визуальной коммуникации: в изобразительном искусстве, произведения которого пробуждают у человека эмоции, вызывая чувство восхищения прекрасным; в социальной сфере, позволяя людям обмениваться между собой различной информацией; в образовательных системах для изучения различных объектов и явлений; в научно-технической сфере для реализации исследований, процессов проектирования и производства [6]. При работе с современной медиатехникой и программным обеспечением, предназначенным для создания и обработки (поиска, редактирования и преобразования) инфографического контента у человека опосредованно формируется столь необходимая в современном информационном обществе медиакомпетентность личности [7].

Обладая высокой степенью наглядности, цифровой графический и мультимедиа-контент существенно улучшает восприятие информации, её запоминание, что является особо значимым для образовательных систем. При этом современный уровень развития информационно-коммуникационных образовательных технологий предполагает широкое применение интерактивных систем электронного обучения [8], управление в которых реализуется на базе многовариантных сценариев, предоставляющих обучающимся высокую степень самостоятельности в выборе последовательности изучения учебного материала. В настоящее время разработкам в области технологий адаптивного управления электронным обучением уделяется большое внимание. Они делают возможным реализовывать учебный процесс с высокой степенью эффективности при использовании индивидуализированного стиля обучения [9, 10]. При этом используются технологии автоматизированной генерации цифрового учебного контента, в состав которого включены иллюстративные статические и анимированные инфографические материалы, неделимые с точки зрения их структуры и свойств [11]. В настоящее время инфографика и формируемые ей в сознании человека образы представляют собой основу наглядно-образного склада мышления большинства профессионалов в самых различных предметных областях [12].

Современное наукоёмкое производство сложных промышленных изделий, а также разработка программных продуктов и новых технологий немислимы без применения в процессе их компьютерного проектирования цифровых графических моделей – чертежей деталей и узлов, эскизов, схем и структурограмм алгоритмов, рисунков технических объектов. Владение инструментарием их создания, правилами и приёмами их разработки, а также навыками размещения цифровой инфографики в сетевых информационных ресурсах является неотъемлемой частью базовой компетентности специалистов.

Говоря об информационной ёмкости (информационной энтропии) изображения, следует отметить, что она в полной мере зависит от правил интерпретации графической информации, устанавливающих соответствие между графическим изображением и содержащейся в нем информацией. Так, например, определённые правилами дорожного движения дорожные знаки могут быть правильно поняты только людьми, знающими эти правила. При этом один и тот же знак несет разную информацию для различных участников дорожного движения: знак «Пешеходный переход» определяет различные действия для двух групп участников дорожного движения – водителей и пешеходов. Для человека, не знающего правил дорожного движения, например для маленького ребёнка, этот знак не несёт существенной информации. Он только видит изображённый на нём образ идущего человека. Технический чертёж

способен прочитать только специалист, владеющий знаниями в области оформления конструкторской документации, а схему алгоритма может понять специалист в области информатики. В то же время смысл графических изображений мы часто можем понять, используя ассоциативное мышление и основываясь на жизненном опыте. Таким образом, можно утверждать, что визуальный контент передаёт информацию потребителю в том случае, если известны либо правила его обработки, либо он ассоциирован с каким-либо известным объектом или процессом. Высокая информационная ёмкость (информационная энтропия) мультимедиа-контента и инфографики объясняется тем, что энтропия всего изображения равна предельному значению условной энтропии одного элемента изображения, умноженному на полное число элементов [13].

Цель исследования – повышение эффективности образовательного процесса на основе применения технологии обработки цифрового инфографического контента, в основу которой положен метод разметки и структурирования, используемого в инженерной, научно-исследовательской и образовательной деятельности и позволяющего создавать интерактивную, сложно структурированную цифровую инфографику.

Задачи исследования:

- разработать метод разметки и структурирования различных видов цифрового инфографического контента, используемого в инженерной, научно-исследовательской и образовательной деятельности;
- разработать алгоритмы, реализующие технологию работы со структурированной цифровой инфографикой в процессе интерактивного электронного обучения;
- выполнить исследование эффективности применения в процессе интерактивного электронного обучения структурированной цифровой инфографики.

Метод исследования

Участники эксперимента

Исследование проводилось на базе:

- кафедры информатики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный авиационный технический университет» (в настоящее время – Уфимский университет науки и технологий (УУНиТ));
- кафедры прикладной механики и компьютерного инжиниринга федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Башкирский государственный аграрный университет» (БГАУ).

Экспериментальное исследование посвящено анализу результатов проведения образовательного процесса, построенного на парадигме широкого использования гипертекстового и цифрового инфографического контента. В исследовании участвовали студенты УУНиТ и БГАУ первых – пятых курсов очной и заочной форм обучения.

Исследование проводилось при изучении студентами общеобразовательных дисциплин («Начертательная геометрия и инженерная графика», «Начертательная геометрия и компьютерная графика», «Инженерная и компьютерная графика», «Основы САПР», «Информатика», «Информатика и информационные технологии»), специальных дисциплин («Правовая и информационная поддержка организационно-технических систем» и «Моделирование производственных и транспортно-технологических процессов в организационно-технических системах»), а также в ходе выполнения выпускных квалификационных работ. В ходе эксперимента использовалась система адаптивного электронного обучения Gefest [14], в которой применена объектная технология хранения и обработки текстового, графического и мультимедийного учебного контента [15].

Инструментарий исследования

Для оценки качества степени усвоения учебного контента, содержащего цифровую инфографику, и уровня форсированности компетенций при изучении учебных дисциплин

применён инструментарий системы менеджмента качества: диаграммы Парето, позволяющие выявить наиболее значимые и существенные факторы и определить приоритет действий, необходимых для решения выявленной проблемы; контрольные листы, используемые для фиксации результатов наблюдений и измерений контролируемых показателей. Информация, представленная с использованием контрольного листа, является более систематизированной по сравнению с обычным сбором данных.

Эксперимент и анализ данных

Для оценки эффективности и качества образовательного процесса, проводимого с использованием электронного учебного контента, содержащего цифровые инфографические материалы, была использована методика сбора информации с использованием контрольных листов. Информация собиралась преподавателями, ведущими лабораторные работы и практические занятия в учебных группах. Заполнение контрольных листов проводилось как в ходе выполнения и защиты лабораторных работ, поскольку заполнение контрольного листа формализовано и не требует больших временных затрат, так и в ходе проверки преподавателями сданных студентами материалов, представленных как на традиционных бумажных носителях, так и в электронном виде (документы, подготовленные в текстовом процессоре). Оценка эффективности усвоения учебного контента при использовании в нем интерактивной инфографики с картами разметки выполнялась с использованием данных о результатах выполнения диагностического теста и решения задач, извлекаемых из базы данных системы электронного обучения, с которой работали студенты.

Систематизация, структурирование и статистическая обработка экспериментальных данных, собранных с использованием контрольных листов и системы электронного обучения, а также построение диаграмм выполнялись в табличном процессоре Microsoft Excel.

Классификация цифровой инфографики

Цифровая инфографика, являясь высокоэффективным инструментом визуализации, позволяет отобразить в графическом виде систематизированную и структурированную информацию о любом событии, факте, предмете или явлении. В настоящее время инфографика находит все более широкое применение не только в средствах массовой информации, социальной и экономической сфере, но также в науке, технике и образовании. Инфографику широко используют в своей профессиональной деятельности специалисты различных отраслей знаний: аналитики, дизайнеры-оформители, журналисты, политтехнологи, научные и инженерно-технические работники, преподаватели и т.д. Она меняет образ мышления, позволяя быстро и эффективно воспринимать информацию через ёмкие и короткие визуальные образы.

Классификация инфографики широко представлена в Интернете. Руководитель отдела инфографики РИА Новости А. Новичков выделяет три вида источников инфографики [16]: «Аналитическая инфографика» – содержит статистические цифровые показатели, полученные на основе аналитических исследований; «Новостная инфографика» – включает новостной материал (сравнение нового и старого, хронологию, аналитику и последствия), дающий наглядное разъяснение о событии; «Инфографика реконструкции» – включает данные о каком-либо событии или процессе, воссоздающие динамику в хронологическом порядке. Новичков А. также отмечает направления использования инфографики в экономической и социальной сферах: бизнес-инфографика для презентации проектов, инфографика как реклама для продвижения товаров и услуг. Указанная классификация не охватывает область применения инфографики в научно-технической сфере. В Интернете инфографика может отражать конкретный информационный материал, представляя его в виде единого графического объекта или совокупности таких объектов, собранных в одном блоке и взаимосвязанных между собой, или быть отдельной, представленной в виде отдельных блоков, не связанных между собой [17].

Проанализировав использование цифровой инфографики в научно-технической и образовательной сферах, классифицируем её на следующие виды:

– презентационная инфографика – неформализованная инфографика, содержащая данные информационного характера, предназначенные для представления сведений о чём-либо (результатах научно-технических исследований, разработки технических проектов, учебной информации и т.п.);

– инфографика мнемосхем – неформализованная инфографика, позволяющая наглядно представить устройство, состав и структуру чего-либо, привести специфические особенности и характеристики, а также показать последовательность выполнения операций при решении профессиональных задач в определённой предметной области;

– специализированная инфографика – формализованная и стандартизированная инфографика, позволяющая создавать различные типы моделей объектов и процессов: функциональные модели систем; диаграммы бизнес-процессов; инфологические модели баз данных; интеллект-карты (mind maps) или ментальные карты (диаграммы связей); причинно-следственные диаграммы; организационные диаграммы; планы-графики; структурные схемы, схемы алгоритмов и программ; граф-схемы, технические рисунки, эскизы, чертежи и др.;

– директивная инфографика – неформализованная или формализованная инфографика, содержащая последовательный набор предписаний, устанавливающих порядок выполнения действий (алгоритм) при работе с каким-либо объектом или последовательность реализации какого-либо процесса: указания, правила, инструкции, технологические карты, учебно-технические плакаты и др.;

– картографическая инфографика – формализованная и неформализованная (комбинированная), как правило, интерактивная инфографика, объединяющая в геоинформационных системах (программах) карты или спутниковые снимки с текстовой информацией и фотоизображениями, извлекаемыми по запросам пользователя из баз данных (например, Яндекс-Карты, Google-Карты, навигационные программы и т.п.).

Цифровая инфографика может быть выполнена в едином информационном стиле с использованием определенного набора типовых или стандартизированных графических объектов (формализованная инфографика) или представлена в виде набора разнородных по структуре, оформлению и способу представления (типу данных) объектов (фотографии, карты, диаграммы, схемы, значки, иконки, указатели), объединённых общим информационным наполнением – инфографика-коллаж.

С точки зрения электронного представления графической информации цифровая инфографика может быть выполнена в векторном или растровом формате. Векторный формат представления цифровой инфографики позволяет легко масштабировать изображения без потери качества. В то же время в этом формате нельзя представить фотоизображения, которые сохраняются в растровых форматах. Их недостатком является потеря качества при масштабировании. Сложный цифровой инфографический контент целесообразно разрабатывать и сохранять в форматах компьютерной графики, позволяющих объединять и хранить графические объекты в виде совокупности векторных и растровых фрагментов.

Метод обработки цифрового учебного контента

Для реализации технологии электронного обучения цифровой учебный контент формируется и в дальнейшем в процессе обучения обрабатывается на основе объектной модели [18]. Объекты «нулевого» уровня $O_0 = \{D, I_0, M_0\}$ являются базовыми неделимыми семантическими единицами цифрового учебного контента. Их назначение – это хранение информации в базе данных цифрового электронного учебного модуля. Они включают: основную информационную часть объекта «нулевого» уровня $D \supset \{g \cup p \cup v \cup q \cup a\} \cap H$, позволяющую хранить законченные смысловые фрагменты (g – текстовые и гипертекстовые данные; p – цифровые статические изображения (рисунки, чертежи, графики, схемы и т.д.) в различных форматах их представления; q – структурированные цифровые инфографические объекты, состоящие из конечного множества элементов $r_i, i=1, n$; v – цифровые динамически изменяющиеся (анимированные) изображения и видеоданные; a – аудиоданные; H – контроль-

но-измерительные материалы (тестовые задания, контрольные вопросы, задачи), связанные со смысловыми фрагментами учебного контента); некоторую дополнительную информацию о содержании объекта «нулевого» уровня I_0 ; методы объекта «нулевого» уровня M_0 . Объекты последующих уровней иерархии – упорядоченный и скомпонованный в учебные блоки цифровой учебный контент, состоящий из совокупности k объектов n -го уровня $O_n = \{\sum_{i=1}^k : \{O_{n-1}\}, \{I_n, M_n\}, \{M_{n-1}\}\}$. В свою очередь цифровой контент электронного учебного

модуля $O_{DLM} = \sum_{j=1}^n : \{\sum_{i=1}^k : \{O_{n-1}\}, \{I_n, M_n\}, \{M_{n-1}\}, \{P_{DLM}\}\}$ следует рассматривать как семантически завершенный объект, сформированный для изучения обучающимися. При этом между объектами $O_i = \{D_i, I_i, L_i, P_i\}$ устанавливаются связи $L_i = \{I_j \mid j \in N\}$. Таким образом, цифровой учебный контент электронного учебного модуля содержит всю необходимую для достижения заданной цели обучения информацию, а также скрипты (программные процедуры) для его обработки [19].

Эффективность цифровой инфографики в учебном контенте может быть существенно повышена за счет придания ему интерактивности путем применения метода структурирования изображений графических моделей объектов и процессов и реализации управления переходами по учебному контенту.

Наличие в учебном контенте цифровой инфографики и необходимость детального изучения структурных компонентов этих изображений приводит к необходимости применения специальных методов представления учебного материала. Это может быть реализовано с использованием одного из двух возможных методов. Первый метод базируется на выделении областей на изображении и их обозначении числом или текстовой надписью. В этом случае не требуется реализация каких-либо переходов по учебному контенту вследствие того, что под рисунком приводится поясняющий текст. Этот метод выделения структурных компонентов изображения является полным аналогом работы обучающегося с традиционным («бумажным») учебником. Он не дает никаких преимуществ от использования цифровых технологий обучения. Второй метод может быть реализован исключительно на основе применения цифровых технологий обучения. При этом целесообразно структурировать цифровое инфографическое изображение с использованием карт разметки графических образов в виде прямоугольных областей (1), полигональных областей (многоугольников) (2) и окружностей (3) (рисунок 1). Они позволяют реализовать управление обучением на основе использования переходов по учебному контенту с последовательной реализацией: «всплывающих» подсказок; информационных окон; организации переходов с помощью гиперссылок, связанных с выделенными областями на цифровом инфографическом объекте.

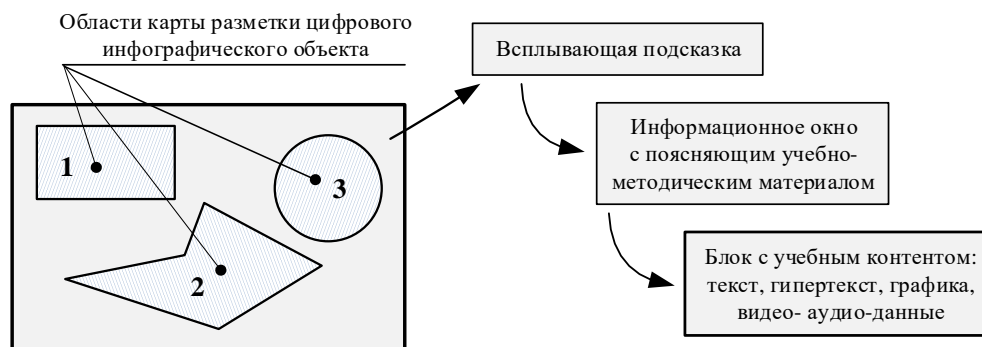


Рисунок 1. Работа с учебным контентом на основе карт разметки инфографического объекта.

Для реализации переходов по учебному контенту на основе карт разметки графического объекта создадим новую подкатегорию объектов – дочерний объект «первого» уровня $O_1^{map} = \{D\{F \cap H\}, I_1, M_1\}$, непосредственно связанный с родительским объектом O_0 и содержащий изображение F , фрагментированное на K областей (прямоугольных, круглых и полигональных). Основная информационная часть дочернего объекта O_1^{map} будет представлена как $D^{map} \supset \{F_i | i \in K : \{g_j \cup p_j \cup v_j \cup a_j\} \cap H_j | j \in K\}$. При этом многовариантный сценарий управления обучением в интерактивном цифровом информационно-справочном руководстве реализуется на основе свободных переходов по учебному контенту. Состояние системы при интерактивном взаимодействии обучающегося с цифровым информационно-справочным руководством определим как $\bar{S} = (Q, X, Z, \delta, \lambda, q)$, где $Q = \{q_1, q_2, \dots, q_m, \dots, q_M\}$ – множество состояний обучающегося; $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n, \dots, x_N\}$ – множество обучающих воздействий; $Z = \{z_1, z_2, \dots, z_k, \dots, z_K\}$ – множество новых знаний и умений, полученных обучающимся; $\delta : Q \times X \rightarrow Q$ – функция перехода обучающегося в новое состояние при внешнем обучающем воздействии X ; $\lambda : Q \times X \rightarrow Z$ – функция выходов обучающегося как реакция от состояния при внешнем обучающем воздействии X в процессе работы с учебным контентом; $D_{ij} = \{g_{ij}, p_{ij}, v_{ij}, a_{ij}\}$ – учебный контент, включённый в состав учебных объектов. Сценарий интерактивного обучения позволяет реализовать параметрическое управление обучением $\langle X, Y, Z^*, R \rangle \rightarrow U^* \rightarrow Y^*$, направленное на достижение заданной цели обучения $Z^* = (z_1, z_2, z_3, \dots, z_L)^T$ и перевод объекта управления (обучающегося) в некоторое искомое состояние $Y^* = (y_1, y_2, y_3, \dots, y_L)^T$ с использованием нечеткого алгоритма управления $U^* = A(X, Y_t, Y_s, Z^*, R)$ при известном состоянии обучающей среды $X = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_L)^T$ и имеющихся ресурсах $R = (r_1, r_2, r_3, \dots, r_L)^T$ системы, определяемых на каждом шаге выполнения алгоритма управления обучением в первую очередь набором объектов $C = \{F\} \rightarrow F = \{O\}$ учебного контента.

Указанный метод был применён при изучении инженерных дисциплин, особенностью изучения которых является наличие в составе учебного материала значительного количества графических моделей объектов и процессов (эскизов, чертежей, схем, технических рисунков, трехмерных моделей), которые при изучении необходимо рассматривать как сложноструктурированный графический контент.

Алгоритм работы с цифровыми инфографическими объектами, содержащимися в электронном учебном контенте, структурированными на основе карт разметки, представлен на Рис. 2.

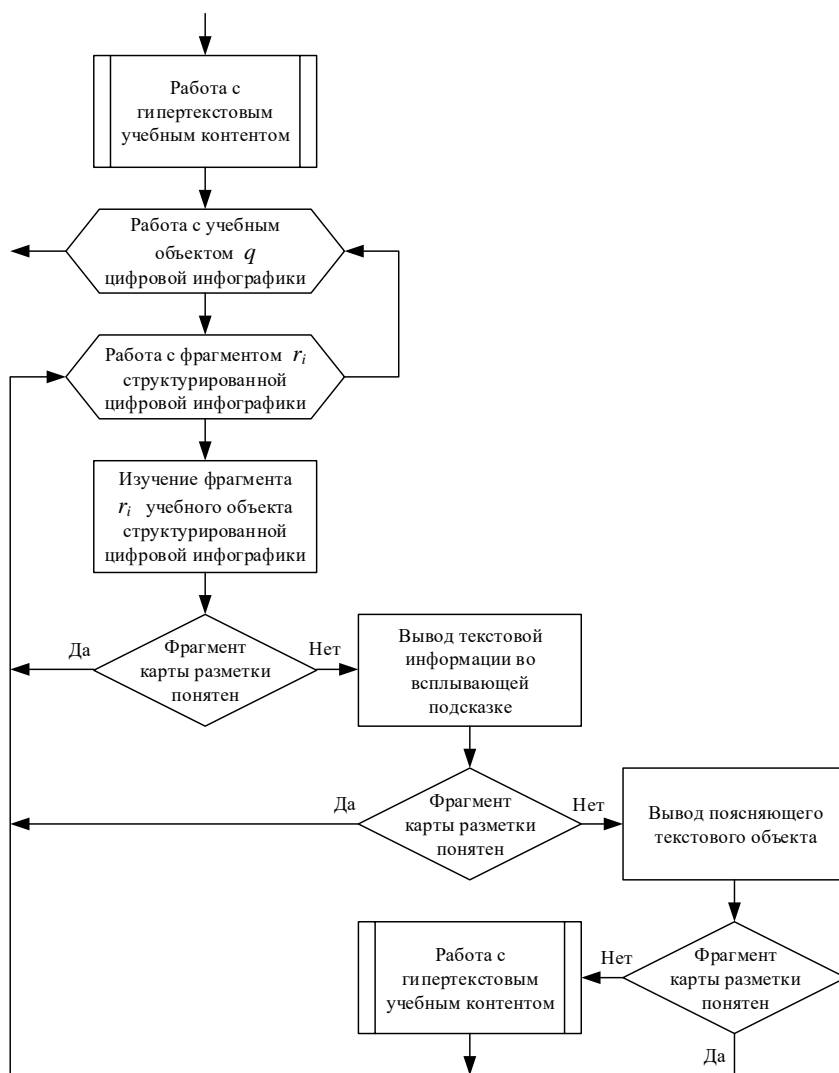


Рисунок 2. Переходы по учебному контенту на основе карт разметки графического объекта.

Карты разметки цифрового инфографического контента позволяют реализовать интерактивность с применением гипертекстовых технологий:

1. Переходы по гиперссылкам на связанные с картой разметки цифрового инфографического объекта гипертекстовые документы, заменяющие текущий цифровой инфографический объект в окне браузера.

2. Переходы по гиперссылкам на связанные с картой разметки цифрового инфографического объекта гипертекстовые документы, открывающиеся в новом окне браузера.

3. Переходы по гиперссылкам на новый цифровой инфографический объект (или графический объект), заменяющий текущий цифровой инфографический объект в окне браузера.

4. Переходы по гиперссылкам на новый цифровой инфографический объект (или графический объект), открывающийся в новом окне браузера.

5. Всплывающие подсказки на различных областях цифрового инфографического объекта без выполнения каких-либо других действий.

6. Переходы по гиперссылкам на цифровые инфографические объекты (или графические объекты), заменяющие текущий цифровой инфографический объект по наступлению некоторого события, например, одинарный или двойной щелчок мыши на выбранной области карты разметки цифрового инфографического объекта и др.

Варианты реализации гиперссылок с первого по четвертый включительно традиционно используются в гипертекстовых материалах и не являются специфическими для карт разметки.

Пятый и шестой варианты реализации гиперссылок, связанных с картами разметки графических образов, достаточно редко используются в гипертекстовых документах и представляют определенный интерес с точки зрения реализации новой методики управления учебным контентом и информационно-справочными материалами. При этом следует отметить, что пятый и шестой варианты реализации гиперссылок могут использоваться совместно, т.е. при выборе определенной области карты разметки графического образа до наступления заданного в карте разметки события будет отображаться всплывающая подсказка.

Применение карт разметки цифровых инфографических объектов закономерно вызывает необходимость модификации методики и процесса (процедуры) управления обучением, которые должны учитывать структуризацию графических изображений. В ходе внедрения нового цифрового инфографического контента, подготовленного с использованием карт разметки графических образов [20], студентам предоставлялась возможность самостоятельного выбора способа работы с учебным материалом – размеченный интерактивный инфографический контент или неразмеченный цифровой инфографический контент. В ходе выполнения работы 86 % студентов выбрали в процессе обучения технологию работы с интерактивным инфографическим контентом. Примеры реализации карт разметки цифровых инфографических объектов в учебном контенте автономных учебных модулей системы электронного обучения Gefest показаны для учебной дисциплины «Информатика» (раздел «Алгоритмизация и программирование») на Рис. 3 и для учебной дисциплины «Начертательная геометрия и инженерная графика» на Рис. 4.

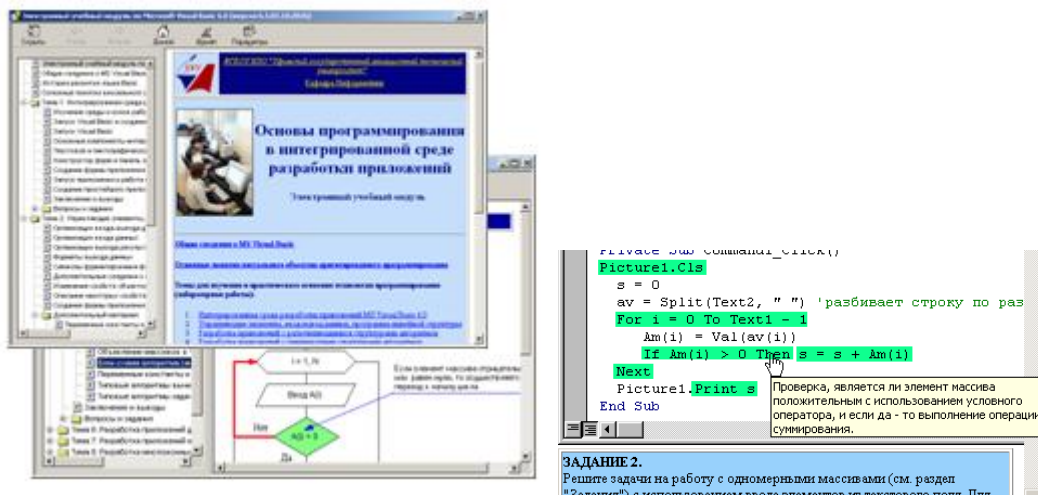


Рисунок 3. Использование карт разметки цифровых инфографических объектов при изучении алгоритмизации и программирования.

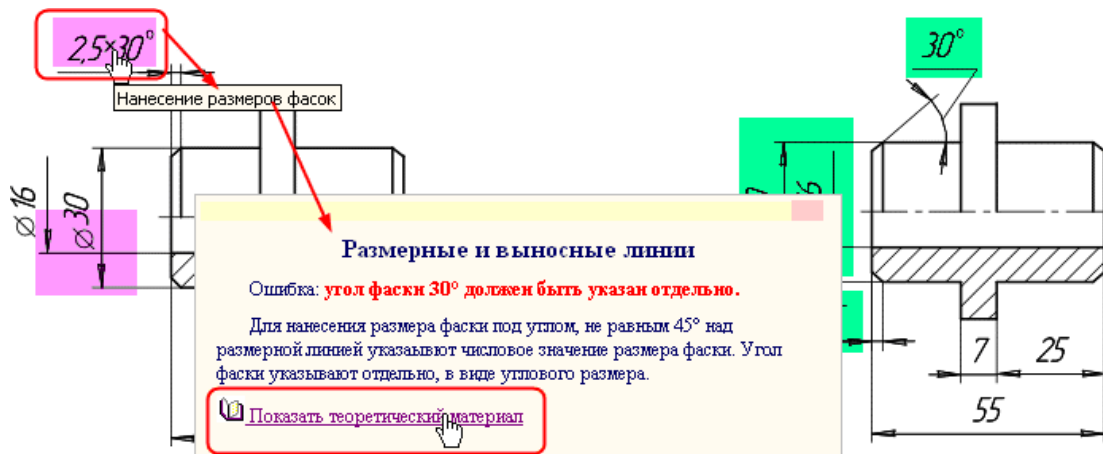


Рисунок 4. Использование карт разметки цифровых инфографических объектов при разборе типовых ошибок в процессе изучения простановки размеров на чертежах.

Практическое применение при изучении графических инженерных дисциплин цифрового инфографического контента с картами разметки показало его высокую эффективность (на примере учебной дисциплины «Начертательная геометрия и инженерная графика») – качество усвоения учебного материала при самостоятельной работе обучающихся повысилось в среднем на 20–25 % (Рис. 5).

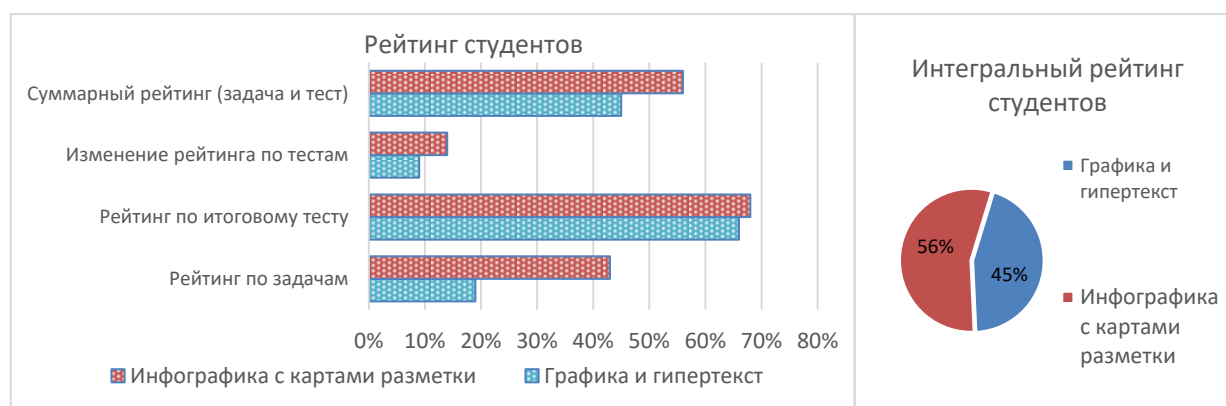


Рисунок 5. Итоговая оценка качества усвоения студентами учебного материала.

Заключение

Отмечена тенденция всё более широкого применения мультимедиа-контента и цифровой инфографики в современном образовательном процессе вследствие его высокой информационной ёмкости – информационная энтропия изображения равна предельному значению условной энтропии одного элемента изображения, умноженному на полное число элементов в информационном объекте. Выполнена классификация цифрового инфографического контента, используемого в научно-технической и образовательной областях: презентационная инфографика, инфографика мнемосхем, специализированная инфографика, директивная инфографика, картографическая инфографика. Показано значение цифровой инфографики для современного образовательного процесса.

Разработан метод разметки цифрового инфографического контента, заключающийся в декомпозиции изображений с использованием карт разметки графических образов, в основу которого положено глубокое структурирование учебного контента, включая цифровые инфографические изображения моделей изучаемых объектов (чертежей узлов и деталей современной техники), позволившее реализовать интерактивные многовариантные сценарии со свободными переходами обучающихся по учебному контенту. Оригинальный алгоритм реализации управления переходами по учебному контенту реализован на базе использования карт разметки графических объектов, включённых в состав учебного материала. Учебный контент динамически генерируется в процессе взаимодействия обучающегося с цифровым учебным или информационно-справочным руководством из минимальных дидактических единиц структурированного и декомпозированного учебного контента, хранимого в виде специальным образом скомпонованных формализованных объектов. Разработана технология обработки цифрового инфографического контента, в основу которой положен метод структурирования изображений с применением карт разметки графических образов и интерактивный алгоритм работы с электронным учебным контентом, позволяющий реализовать последовательные переходы по учебному контенту с последовательным уточнением и детализацией содержательной части изучаемого учебно-методического материала.

Практическое применение цифровой инфографики в электронных обучающих материалах и информационно-справочных руководствах, созданных на основе разработанных методов и алгоритмов обработки электронного учебного контента, а также управления обучением при подготовке инженерных кадров в вузе, показало высокую эффективность при изучении инженерных дисциплин – качество усвоения учебного материала при работе обу-

чающихся на учебных занятиях, а также при самостоятельном изучении учебного материала повысилось в среднем на 20–25 %.

Применение цифровой инфографики в учебном процессе позволит снизить языковые барьеры при обучении в образовательном учреждении как русскоязычных, так и иностранных студентов, поскольку цифровая инфографика улучшает восприятие учебного контента независимо от языковой среды обучающихся.

Литература:

1. Nakan Terzi A taxonomy for evaluating information credibility on the internet / Supervisor/s: Ed de la Rey. Department of Information Systems. Rhodes University. 2016. 48 p.
2. Кондратьева Н.В., Каримов Р.Р., Верхотуров М.А., Валеев С.С. Подготовка специалистов в области информационной поддержки авиационно-космических систем // Естественные и технические науки. 2022. № 4 (167). С. 194-196 [N.V. Kondratyeva, R.R. Karimov, M.A. Verkhoturov, S.S. Valeev, Education of specialists in the field of information support of aeronautical and space systems // Natural and Technical Sciences. 2022. No. 4 (167). P. 194-196 (in Russian)].
3. Raviraj Kasture, A.M. Dixit Internet image search based on user intention / International Journal of Advance Research in Computer Science and Management Studies. Computer Engineering Department. India. Volume 2, Issue 6, June 2014. P. 164-169. ISSN: 2321-7782.
4. Newsom D. and Haynes J. Public Relations Writing: Form & Style. Cengage Learning, 2010. 448 p. ISBN 9781439082720.
5. Ермолаева Ж.Е., Герасимова И.Н., Лапухова О.В. Инфографика как способ визуализации учебной информации // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2014. № 11 (ноябрь). С. 26–30. URL: <http://e-koncept.ru/2014/14302> [Zh.E. Ermolaeva, I.N. Gerasimova, O.V. Lapukhova, Informatics as a way of educational information rendering // Scientific and Methodological Electronic Journal “Koncept”. 2014. No. 11 (November). P. 26–30 (in Russian). URL: <http://e-koncept.ru/2014/14302>].
6. Annie Mendenhall and Sarah Summers Designing research: Using infographics to teach design thinking. Composition. Journal of Global Literacies. Technologies and Emerging Pedagogies, vol. 3, no. 1, 2015, pp. 359-371.
7. Тархов С.В. Медиакомпетентность и электронное обучение: проблемы, задачи, пути решения // Медиаобразование. 2016. № 4. С. 66-80. URL: http://www.mediagram.ru/netcat_files/101/119/h_c8a14a07bd4c3a8976c68cf851a675c4 (дата обращения: 7.09.2016) [S.V. Tarkhov, Media competence and electronic education: problems, tasks, ways of solution // Media Education. 2016. No. 4. P. 66-80 (in Russian). URL: http://www.mediagram.ru/netcat_files/101/119/h_c8a14a07bd4c3a8976c68cf851a675c4].
8. Ковтуненко А.В., Ковтуненко А.С. Управление реализацией индивидуальных образовательных траекторий в высшей школе на основе онтологической модели данных // Системная инженерия и информационные технологии. 2023. Т. 5. № 6 (15). С. 17-23 [A.V. Kovtunenکو, A.S. Kovtunenکو, Management of the implementation of individual educational trajectories in higher school based on ontological data model // Systems Engineering and Information Technologies. 2023. Vol. 5. No. 6 (15). P. 17-23 (in Russian)].
9. Tergan S.-O. Digital concept maps for managing knowledge and information // In: Knowledge and Information Visualization: Searching for Synergies. Book series: Lecture Notes in Computer Science. 2005, vol. 3426, pp. 185-204.
10. Кузьмина Е.А., Низамова Г.Ф. Формирование учебного плана на основе графовой модели // Информатика и образование. 2020. № 5 (314). С. 33-43 [E.A. Kuzmina, G.F. Nizamova, Curriculum development based on the graph model // Computer Science and Education. 2020. No. 5 (314). P. 33-43 (in Russian)].
11. Кабальнов Ю.С., Минасов Ш.М., Тархов С.В. Модели представления и организация хранения информации в сетевой информационно-обучающей системе // Вестник УГАТУ. Т. 5, №2(10), 2004. С. 183-191 [Yu.S. Kabalnov, Sh.M. Minasov, S.V. Tarkhov, Presentation models

and organization of information storage in a network information and teaching system // Vestnik UGATU. Vol. 5, No. 2(10), 2004. P. 183-191 (in Russian)].

12. Katie Alford The rise of infographics: Why teachers and teacher educators should take heed. // Teaching/Writing: The Journal of Writing Teacher Education, 2019, Vol. 7, No. 1, pp. 158-175.

13. William K. Pratt Digital Image Processing: PIKS Scientific Inside. Wiley, 2007. 808 p. ISBN 0470097442, 9780470097441.

14. Tarkhov S.V., Minasov Sh.M. Realization of adaptive teaching technologies in networking data-tutorial system "Gefest" // In: Proceedings of the 7th International Workshop on Computer Science and Information Technologies. Ufa, Russia, 2005. Volume 2, P. 76-80.

15. Tarkhov S.V., Minasov Sh.M., Minasova N.S., Tarkhova L.M. Storage and processing technologies of cognitive content for e-learning systems // In: Proceedings of the 3rd Russian-Pacific Conference on Computer Technology and Applications, 18-25 August, Vladivostok, Russia, 2018.

16. Новичков А. Виды инфографики [Электронный ресурс]. 2014. URL: <http://comagency.ru/vidy-infografiki> (дата обращения: 06.04.2017). [A. Novichkov, Types of infographics [electronic resource]. 2014 (in Russian). URL: <http://comagency.ru/vidy-infografiki> (access date: 06.04.2017)].

17. Gallagher Silvia Elena, Mairlin O'Dulain, Niamh O'Mahony, Claire Kehoe, Fintan McCarthy, and Gerard Morgan. Instructor-provided summary infographics to support online learning. // Educational Media International, vol. 54, no. 2, 2017, pp. 129-147.

18. Минасов Ш.М., Минасова Н.С., Тархов С.В., Тархова Л. М. Модели представления, организации хранения и обработки учебного контента в системах электронного обучения // Фундаментальные исследования. 2016. №4 (часть 3). С. 523-528. URL: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=40209> (дата обращения: 19.05.2016) [Sh.M. Minasov, N.S. Minasova, S.V. Tarkhov, L.M. Tarkhova, Models of representation, the organization of storage and processing of training content in e-learning systems // Fundamental Research. 2016. No. 4 (part 3). P. 523-528 (in Russian). URL: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=40209>]

19. Минасова Н.С., Тархов С.В., Тархова Л.М. Управление контентом учебных дисциплин в системах электронного обучения на основе метода структурирования изображений // Фундаментальные исследования. 2015. №7 (часть 2). С. 338-342 [N.S. Minasova, S.V. Tarkhov, L.M. Tarkhova, Content management subject matter in the e-learning system based on the method of structuring images // Fundamental Research. 2015. №7 (part 2). С. 338-342 (in Russian)].

20. Тархов С.В., Тархова Л.М. Нанесение размеров на чертежах деталей. Электронное учебное пособие по инженерной графике // Свидетельство об официальной регистрации в Объединенном фонде электронных ресурсов «Наука и образование» № 17068 от 10.05.2011 г. [S.V. Tarkhov, L.M. Tarkhova, Dimensioning drawings of parts. Electronic study guide on engineering graphics // Certificate of official registration in the Joint Fund of Electronic Resources "Science and Education" No. 17068 dated 10.05.2011 (in Russian)].

Об авторах:

ТАРХОВ Сергей Владимирович, проф. каф. информатики УУНиТ. Дипл. инженер-механик (УАИ, 1980). Д-р техн. наук по упр. в социальных и эконом. системах (УГАТУ, 2010). Исследования в области управления в организационных системах, математического и программного обеспечения вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей; tarkhov@inbox.ru.

ТАРХОВА Ляйля Мукаддасовна, доц. каф. прикладной механики и компьютерного инжиниринга БГАУ, доцент каф. комплексного инжиниринга и компьютерной графики УГНТУ. Дипл. инженер-механик (УАИ, 1980). Канд. техн. наук по упр. в социальных и эконом. системах (2001). Исследования в области управления в организационных системах, математического и программного обеспечения вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей; tarkhova@inbox.ru.

Metadata:

Title: Digital infographic technologies in interactive e-learning.

Author 1: Sergey Vladimirovich Tarkhov, Prof. at the Dept. of Computer Science, UUST. Dipl. Mechanical Engineer (Ufa Aviation Institute, 1980). Dr. of Tech. Sci. in management in social and economic systems (Ufa State Aviation Technical University, 2010). Research in the field of management in organizational systems, software of computing systems, complexes and computer networks.

Author 2: Lyaylya Mukaddasovna Tarkhova, Assistant Prof. at the Dept. of Applied Mechanics and Computer Engineering (BSAU), Assistant Prof. at the Dept. of Integrated Engineering and Computer Graphics (USPTU). Dipl. Mechanical Engineer (Ufa Aviation Institute, 1980). Cand. of Tech. Sci. in management in social and economic systems (Ufa State Aviation Technical University, 2001). Research in the field of management in organizational systems, software of computing systems, complexes and computer networks.

Abstract: The purpose of this research is to increase the efficiency of the educational process based on the use of computer technologies for the processing of digital infographic content which makes it possible to create interactive infographics using an original markup method and processing algorithms. A trend has been noted towards the increasingly widespread use of multimedia content and digital infographics in the modern educational process due to its high information capacity – the information entropy of an image is equal to the maximum value of the conditional entropy of one image element multiplied by the total number of elements. The importance of complexly organized digital graphic information in information processes during training sessions is shown. A classification of digital infographic content used in the scientific, technical and educational fields has been developed. A method developed by the authors for marking digital infographic content is described, which consists in decomposing images using maps for marking graphic images. An algorithm for working with digital infographic objects contained in electronic educational content is presented. Practical application of digital infographic content with marking maps in the study of graphic engineering disciplines has shown its high efficiency – the quality of learning material during independent work of students has increased by an average of 20–25 %.

Keywords: computer technologies; digital infographics; marking maps; image processing; image decomposition; educational process; e-learning.