

УДК 371.315 + 004.9

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПОТОКИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СРЕДАХ КАК ОСНОВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ СОВРЕМЕННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ*

С. Н. ЛАРИН,

кандидат технических наук,
старший научный сотрудник

E-mail: sergey77707@rambler.ru; larinsn@cemi.rssi.ru

Центральный экономико-математический институт РАН,
Москва, Российская Федерация

Н. А. СОКОЛОВ,

кандидат физико-математических наук,
старший научный сотрудник

E-mail: sokolov@cemi.rssi.ru

Центральный экономико-математический институт РАН,
Москва, Российская Федерация

***Предмет/тема.** В статье обоснованы методические подходы и возможности использования информационных потоков образовательных сред высших учебных заведений в качестве педагогического инструментария в рамках современных образовательных технологий (СОТ). Основным предметом исследования является изучение влияния информатизации сферы высшего образования на повышение уровня профессиональных знаний обучаемых за счет использования средств вычислительной техники*

и компьютерных технологий в образовательном процессе.

***Цели/задачи.** Авторы стремились показать некоторые пути решения основных проблем информатизации образовательных сред вузов на основе выбора подходов и методов формализованного представления знаний, формирования алгоритмов их использования, а также создания информационных баз знаний. Для этого предложено создать в вузе информационную образовательную среду (ИОС), в которой возможно моделировать не только сам процесс обучения, но и различные методики обучения.*

***Методология.** В качестве педагогического инструментария для формализации структуры дидактического контента знаний в потоках информатизации образовательных сред использованы модели адаптивной (управляемой) навигации, при*

* Статья подготовлена при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда, проект № 14-06-00023а «Методологические основы внедрения и практического применения инновационных технологий, методов и форм организации образовательного процесса в высших учебных заведениях».

этом порядок переходов между информационными потоками определяется сценариями обучения. В основу реализации сценарного подхода положено создание информационных баз знаний по предметным областям (ПО) образовательных дисциплин и формализованное представление знаний обучаемого и знаний, содержащихся в дидактическом контенте информационных потоков электронных образовательных ресурсов (ЭОР) в составе СОТ.

Результаты. В статье в формализованном виде представлены упрощенная модель знаний обучаемого и модель предметных знаний. На основе этих моделей сформирована модель адаптивной навигации для оценки уровня знаний обучаемого с учетом логики изучения дидактического контента знаний, представленных в информационных потоках ЭОР в составе СОТ.

Выводы/значимость. Использование описанных выше методов, моделей и алгоритмов их реализации в качестве педагогического инструментария СОТ позволяет значительно повысить уровень знаний обучаемых на основе информационных потоков дидактического контента ЭОР.

Ключевые слова: сфера образования, информатизация, современные образовательные технологии, электронные образовательные ресурсы, дидактический контент, модель адаптивной навигации

Введение

Стремительная информатизация всех сфер деятельности поставила перед обществом задачу пересмотра структуры и содержания отечественной системы образования, а также сделала необходимым формирование новой концепции ее развития на основе использования педагогического инструментария современных образовательных технологий (СОТ). Применение СОТ, сформированных в форме совокупности электронных образовательных ресурсов (ЭОР), можно рассматривать в качестве критических информационных технологий, поскольку именно они становятся основой образовательного процесса благодаря использованию средств современной информационно-вычислительной техники и формированию информационно-технологической инфраструктуры вузов. В мировом и российском образовательных пространствах в настоящее время проявляется тенденция к созданию СОТ на основе сетевых информационно-коммуникационных технологий (ИКТ).

Современный педагог немислим без активного владения методами и средствами обработки информации, а также обладания навыками использования возможностей новейших ИКТ в процессе преподавания.

Информатизация высшего образования представляет собой реализацию комплекса мероприятий, обеспечивающих повышение уровня профессиональных знаний специалистов путем расширения сферы использования вычислительной техники и компьютерных технологий в учебной и научно-исследовательской работе, в управлении учебным процессом [2, 5, 7, 16, 19]. С одной стороны, информатизация оказывает дополнительное влияние на стимулирование у обучаемых творческого мышления и самостоятельности в учебе. С другой стороны, она повышает уровень индивидуальной работы педагога, изменяя соотношение между интеллектуальной и рутинной составляющими в его работе за счет грамотного использования дидактического контента знаний в потоке информации образовательной среды вуза.

Информационные потоки в образовательных средах

К основным проблемам информатизации образовательного пространства относятся выбор подходов и методов, применяемых для формализованного представления знаний, формирования алгоритмов их использования, создания информационных баз знаний и систем управления ими [1, 6, 10, 11]. Попробуем показать некоторые пути их решения.

Одной из основных трудностей формализации содержания предметной области (ПО) образовательных дисциплин при формировании ЭОР в рамках СОТ является слабая адаптируемость наполнения дидактического контента к имеющимся объемам знаний обучаемого. Эта проблема может быть решена путем создания информационной образовательной среды (ИОС), в которой используются упрощенные модели обучаемого и применяются различные методики обучения. При этом повышение эффективности обучения становится возможным за счет применения методов искусственного интеллекта, в частности при создании **информационных** баз знаний о ПО учебных дисциплин и соответствующих методик обучения.

Для этого целесообразно представить структуру дидактического контента знаний в потоке информации образовательной среды в формализованном виде в зависимости от его наполнения и особенностей применения в процессе обучения. В качестве педагогического инструментария для этого можно применять модели адаптивной навигации в ИОС, при помощи которых учитываются логические зависимости и характеристики дидактического

контента знаний в потоке информации ЭОР, а также текущий и целевой уровни знаний обучаемого. В предлагаемом подходе реализуется управляемая навигация, при которой порядок переходов между информационными потоками определяется сценариями обучения. При этом определенная последовательность действий, логика изложения материала и оценка уровня знаний обучаемого задаются педагогом. Сценарный подход позволяет сформировать **информационные** базы знаний ПО образовательных дисциплин и выбрать конкретные модели навигации, а затем динамически адаптировать их к изменениям уровня знаний в модели обучаемого. Основой для реализации этого подхода является разработка формализованного представления знаний обучаемого и знаний, содержащихся в дидактическом контенте информационных потоков ЭОР, а также правил выбора дидактического контента для оценки уровня знаний обучаемого.

Для организации наполнения дидактического контента информационных потоков ЭОР знаниями используются различные подходы, а именно: полнотекстовые информационные базы данных; медиа-технологии; базы знаний; экспертные системы и др. Формализованное представление знаний об информационных потоках изучаемой ПО (т.е. о ее объектах, процессах и закономерностях и их взаимосвязях) многие специалисты называют *предметными знаниями*. К предметным знаниям также будем относить контрольные задания и знания о методах их выполнения. Для представления предметных знаний чаще всего используют семантические сети или фреймы, при помощи которых существенно упрощается обработка запросов и диалоговая работа с обучаемым [11, 13, 17, 20].

Предметные знания можно также представить в виде иерархической модели логической структуры воздействий на обучаемых при помощи методов структурирования дидактического контента, первоначально предложенных В.П. Беспалько. При этом знания, представленные в дидактическом контенте знаний в потоке информации ПО образовательной дисциплины, распределяются по иерархическим уровням в виде отдельных тем, разделов и подразделов. Руководствуясь основами теории концептуального анализа, ПО образовательной дисциплины можно формализовать как некое множество концептуальных решеток тем и разделов [4, 14, 19]. Обычно для представления такого рода концептуальных решеток используются диаграммы Хассе, которые образуют сети узлов, соответствующих множествам

объектов (информационных потоков) и обладающих некоторым множеством свойств. Такая сетевая структура позволяет определить отношения порядка, следуя которым каждый родительский узел включает в себя, с одной стороны, все объекты, являющиеся его потомками, а с другой стороны – обладает всем набором свойств своих родителей [3, 12].

Для учета динамики обучения и достигнутого уровня знаний на предыдущих этапах в ходе адаптивного обучения должны моделироваться оценки уровня знаний обучаемых [9, 15, 18]. Методы управления процессом обучения (навигации) в ИОС образовательного учреждения можно представить в виде сценария – формализованного описания методики преподавания и оценки уровня знаний, регламентирующего порядок изучения дидактического контента знаний в потоке информации ПО образовательной дисциплины и требования к подготовке обучаемого.

Поскольку процесс адаптивного обучения имеет свои особенности, состоящие в необходимости учета логических взаимосвязей между этапами для обеспечения принципа постепенного изучения тем и разделов по представленному в них дидактическому контенту знаний в потоке информации, то статистические подходы к его планированию не применимы. Именно поэтому для описания продукционных правил и представления дидактического контента знаний в потоке информации целесообразно применять сценарный подход. Его использование позволяет в зависимости от предыдущих успехов обучаемого определить виды обучения, их сложность и порядок применения. Сценарный подход дает обучаемому возможность самостоятельно формировать стратегию своего обучения. Для этого ему достаточно задать требуемые вероятности уровня знания тем и отдельных разделов ПО образовательной дисциплины соответствующего дидактического контента знаний в потоке информации и вероятности применения разных методик обучения, представленных в программе.

Формально модель обучаемого можно представить через λ , а множество таких моделей, функционирующих в ИОС, – через Λ . Правило формирования сценария задается при помощи дидактической функции

$$F = \pi(\lambda); \lambda \rightarrow CO,$$

где $\lambda \in \Lambda$; CO – множество вариантов сценария обучения, причем $CO \subseteq F$.

Данная функция устанавливает соответствие между текущим уровнем знаний обучаемого и

множеством тем и разделов ПО образовательных дисциплин, дидактический контент знаний в потоке информации которых предстоит изучить.

Тогда модель адаптивной навигации формально может быть представлена в форме некоего кортежа:

$$\{\pi_1(\lambda_1), \dots, \pi_k(\lambda_k), \dots, \pi_K(\lambda_K)\},$$

где π_k – дидактическая функция, а λ_k – модельное представление уровня знаний обучаемого на k -м шаге ($k = 1, \dots, K; K \geq 1$). Каждый последующий этап в процессе обучения может отличаться от предыдущего либо моделью уровня знаний обучаемого, либо дидактическим контентом знаний в потоке информации множества тем и разделов ПО образовательной дисциплины. При этом на каждом этапе обучения модель обучаемого и функция π могут корректироваться на основе информации обратной связи [8].

Представим модель предметных знаний как множество тем и разделов F , а также связей между ними, которые формализованы посредством трех различных типов бинарных отношений: типично ассоциативных связей Σ , связей дидактической эквивалентности N между множествами тем и разделов, а также логически зависимых связей Δ , которые представлены отношениями порядка на множестве тем и разделов F . По содержанию дидактически эквивалентными могут быть два таких множества тем и разделов, изучение которых может дать один и тот же результат. Если теоретически тема или раздел t_2 имеет логическую зависимость от темы или раздела t_1 , то изучение t_2 можно начинать только при наличии у обучаемого необходимого уровня знаний дидактического контента из темы t_1 . Этот же подход следует использовать и для контроля за уровнем знаний обучаемых по другим темам и разделам.

Модель предметных знаний можно представить в форме ориентированного графа (орграфа) $G_\Delta = (F, \Delta)$ логически зависимых отношений. Для выделения в нем тематических разделов дидактического контента знаний в потоке информации множества тем и разделов ПО образовательной дисциплины применяют более мелкие структуры – подграфы. При этом в качестве тематического раздела обычно используют связный подграф $G_\Delta(R)$ графа G_Δ , индуцированный множеством $R \subseteq F$ и имеющий наибольший и наименьший элементы относительно Δ . Каждый раздел определенной темы содержит множество вершин с исчерпывающей информацией, а также начальную (вводную) вершину fB_R и конечную (итоговую) вершину fE_R .

В тематическом разделе для каждой вершины выделяется соответствующий ей подраздел как подграф зависимости графа этого раздела. Подраздел, соответствующий вершине v , можно представить в форме подграфа G_v графа тематического раздела $G_\Delta(R)$, образованного множествами вершин и дуг всех трансцепей этого раздела, содержащих некоторую вершину $v \in R$.

Произвольная цепь, соединяющая начальную и конечную вершину тематического раздела $G_\Delta(R)$, называется *трансцепью* этого раздела. По содержанию в подраздел входят те вершины, от которых зависит «возможность изучения» данной вершины, и те, которые зависят от ее «изученности».

Для проверки тематической полноты «изученности» некоторого множества вершин применяется условие насыщенности. Множество считается насыщенным, если весь дидактический контент знаний в потоке информации, необходимый для изучения любой вершины этого множества, содержится в каждой вершине этого же множества. Допустим, что R – множество вершин изучаемого тематического раздела $G_\Delta(R)$, а V – подмножество R . Множество V будем считать насыщенным, если для любых вершин $b \in R$ и $a \in V$, удовлетворяющих соотношению $(b, a) \in \Delta$, справедливо $b \in V$, и во множестве V нет вершин, эквивалентных b .

Приведенная модель предметных знаний положена в основу разработки модели навигации с адаптацией к оценке уровня знаний обучаемого с учетом логики изучения дидактического контента знаний в потоке информации. Кратко рассмотрим эту модель.

Модель навигации с адаптацией к уровню знаний обучаемого предполагает моделирование уровня знаний обучаемого отображением степени изученности им ПО образовательной дисциплины $\theta: F \rightarrow \{0, 1, \text{null}\}$, которое определено на множестве вершин F и фиксирует знание или незнание дидактического контента знаний в потоке информации ЭОР или ответа на некий вопрос $f (f \in F)$ некоторым обучаемым. Значение F , равное 1, соответствует знанию, значение 0 – незнанию, значение null свидетельствует о том, что степень изученности вопроса f пока не определена.

Для оценки уровня знаний обучаемого по разделу $G_\Delta(R)$ рассмотрим гипотезу $h(v)$ относительно дидактического контента информационных потоков знаний вершины v , которая может принимать следующие значения: h_1 – обучаемый знает тему, h_0 – обучаемый тему не знает.

Далее в соответствии со значением гипотезы множество R вершин тематического раздела $G_{\Delta}(R)$ разбивается на два класса: множество $R_1 = \{v \mid v \in R, h(v) = h_1\}$ вершин с вопросами, на которые обучаемый предположительно сможет ответить, и множество $R_0 = \{v \mid v \in R, h(v) = h_0\}$ вершин с вопросами, на которые он ответить не сможет. Исходной информацией об обучаемом служит вероятность того, что он знает (сможет изучить) данную тему. Эта вероятность определяется, например, по оценкам в журнале. В качестве модели обучаемого u_1 примем значение вероятности гипотезы h_1 : $\lambda_0(u_1) = P(h_1, u_1)$ [21].

Задача адаптации к уровню знаний состоит в выборе для предъявления таких вершин v изучаемого раздела $G_{\Delta}(R)$, для которых после их изучения (выполнения задания) будет получена оценка знаний, соответствующая вероятному уровню знаний данного обучаемого. В качестве симптома, подтверждающего одно из значений гипотезы для выбранной вершины v' , используется результат $s(v')$ оценки знаний этой вершины (ответа на соответствующий вопрос), изменяющий значение изученности $\theta(v')$:

$s(v') = s_1$ – обучаемый подтвердил знание, т.е. $\theta(v') = 1$,

$s(v') = s_0$ – обучаемый не подтвердил знание, и $\theta(v') = 0$.

Модель использует свойство графа логической зависимости в виде следующего утверждения. Если для произвольной пары вершин a и b справедливы соотношения $a \in R_1$ и $b \in R \setminus R_1$, то $(b, a) \notin \Delta$, а если для любой пары вершин c и d справедливо $c \in R \setminus R_0$ и $d \in R_0$, то $(d, c) \notin \Delta$. Если для некоторой вершины графа логической зависимости выяснилось, что обучаемый знает содержащийся в ней дидактический контент знаний в потоке информации, то все вершины, предшествующие ей относительно логической зависимости, также можно пометить как изученные.

Аналогичным образом, неизученными считаются вершины, следующие за той, дидактический контент знаний в потоке информации которой обучаемый не знает. Это позволяет автоматически доопределить отображение изученности. Адаптация к уровню знаний состоит в выборе наиболее сложного вопроса из числа тех, на которые обучаемый в состоянии ответить (в выборе для предъявления таких вершин v изучаемого раздела $G_{\Delta}(R)$, для которых после их изучения или выполнения соответствующего задания будет получена оценка знаний, соответствующая вероятности знаний данного обучаемого).

Процесс оценки уровня знаний, так же как и процесс выбора вопроса, соответствующего этому

уровню, носят вероятностный характер. Именно поэтому для получения их конкретных цифровых значений необходимо знать закон или функцию распределения вероятности с тем, чтобы по их характеристикам определить искомые величины. Для этого потребуются провести дополнительные исследования, которые выходят за рамки тематики настоящей статьи.

Однако целью данного исследования является не формирование конкретных алгоритмов поиска цифровых значений для оценки объемов знаний, которыми владеет обучаемый, а пока только абстрактное описание – формализация этого процесса при помощи ряда известных математических выражений, формул и критериев. Так, в частности, для выбора той или иной вершины ПО образовательной дисциплины, предъявляемой обучаемому с вопросом для проверки объема уровня его знаний, используется эвристический критерий. Он определяется разностью математического ожидания количества известных обучаемому вершин в подразделе, соответствующем выбранной вершине, и числа вершин, которые предшествуют ей в графе логической зависимости:

$$\eta[v', P(h_1)] = \|Rv' \mid P(h_1) - |R_1(v')\|.$$

Наличие у обучаемого соответствующего уровня знаний можно считать подтвержденным при условии, что для каждой вершины значение этого критерия будет минимальным.

Дидактическая функция, осуществляющая выбор предъявляемой вершины v' , для которой значение критерия соответствия η минимально, имеет вид

$$\pi_k(\lambda_k) = \{v' \mid \eta(v', \lambda_k) = \min \eta(v, \lambda_k)\}, v \in R.$$

После предъявления вершины v' и получения результата ответа на вопрос $s(v') = s'$ актуализируем модель обучаемого u_1 следующим образом:

$$\lambda(u_1) = P(h_1 \mid s').$$

Минимальные значения эвристического критерия будут достигаться в том случае, если к классу R_1 отнести те изученные вершины, для которых условная вероятность наличия у обучаемого определенного уровня знаний дидактического контента в потоке информации ПО той или иной образовательной дисциплины окажется выше условной вероятности его отсутствия: $P(h_1 \mid s') > P(h_0 \mid s')$. При этом, если средние суммарные значения эвристического критерия будут минимальными, то можно утверждать о наличии у обучаемого оптимального уровня знаний по конкретным тематическим разделам ПО той или иной образовательной дисциплины.

Заключение

Предложенную в качестве педагогического инструментария СОТ модель обучения и контроля с адаптацией к уровню знаний обучаемого целесообразно использовать одновременно с реализацией методов и алгоритмов автоматизированного контроля за уровнем знаний, как это показано в работах [8, 21]. На входе алгоритма, управляющего процессом контроля за уровнем знаний по определенной теме, задается априорная вероятность гипотезы о наличии знаний обучаемым дидактического контента знаний в потоке информации (полученная по оценкам в журнале), а также массив значений условных вероятностей результатов тестирования, вычисляемых после апробации тестов. На выходе алгоритма – множества вершин R_1 с вопросами, ответы на которые обучаемый знает, и R_0 с вопросами, на которые он не ответил.

Использование описанных методов и алгоритмов контроля в качестве педагогического инструментария СОТ обеспечивает существенное повышение уровня дидактического контента знаний обучаемых в потоке информации множества тем и разделов ПО образовательных дисциплин. Кроме того, их применение позволяет существенно сократить время тестирования при отсутствии разногласий между априорной оценкой знаний обучаемого и их реальным уровнем.

Данный инструментарий особенно эффективен при входном контроле знаний, когда множество изученных вершин, а также цели обучения еще не определены. В этом случае его применение позволяет достаточно быстро установить тот уровень знаний, которыми обладает обучаемый по конкретным образовательным дисциплинам, например при поступлении в вуз, или уровень знания обучаемым ПО конкретной образовательной дисциплины за предыдущий курс обучения при его переводе на следующий курс обучения. Кроме того, предложенный инструментарий применим при итоговом контроле и оценке дидактического контента знаний, полученных обучаемым в процессе изучения множества тем и разделов ПО всех образовательных дисциплин по той или иной специальности с использованием информационных потоков в рамках СОТ и сформированных на их основе ЭОР. Полученные результаты исследования и сделанные на их основе выводы позволяют утверждать, что предложенная в качестве педагогического инструментария СОТ модель обучения и контроля с адаптацией к уровню знаний обучаемого вполне адекватна реальным процессам информатизации сферы образования.

Список литературы

1. Алфеева Е.Л. Методическая система организации структурированных информационных ресурсов в образовании // Педагогическая информатика. 2006. № 5. С. 44–52.
2. Воронкова О.Б. Информационные технологии в образовании. М.: Феникс, 2010. 315 с.
3. Грицюк С.Н., Мирзоева Е.В., Лысенко В.В. Математические методы и модели в экономике: учебник. Ростов н/Д: Феникс, 2007. 348 с.
4. Ефремов О.Ю. Педагогика. СПб.: Питер, 2010. 352 с.
5. Князева М.Д., Трапезников С.Н. Информационные технологии в образовании: Компьютерное сопровождение образовательного процесса: монография. М.: РЭУ им. Г.В. Плеханова, 2010. 220 с.
6. Колеченко А.К. Энциклопедия педагогических технологий. М.: Каро, 2008. 368 с.
7. Коноплева И.А., Хохлова О.А., Денисов А.В. Информационные технологии. М.: Проспект, 2011. 328 с.
8. Ларин С.Н., Соколов Н.А. Аксиоматическая модель дидактического контента знаний предметной области образовательных дисциплин // Обозрение прикладной и промышленной математики. 2014. Т. 21. Вып. 4. С. 374–375.
9. Михеев В.И. Моделирование и методы теории измерений в педагогике. М.: УРСС, 2010. 224 с.
10. Молокова А.В., Молоков Ю.Г. Изменение характеристик образовательного процесса в условиях его информатизации // Философия образования. 2006. № 3. С. 51–58.
11. Мордвинов В.А. Онтология моделирования и проектирования семантических информационных систем и порталов: справочное пособие. М.: МИРЭА. 2005. 237 с.
12. Панченко Т.В. Генетические алгоритмы / под ред. Ю.Ю. Тарасевича. Астрахань: ИД «Астраханский университет», 2007. 48 с.
13. Поляков С.Д. Педагогическая инноватика: от идеи до практики. М.: Педагогический поиск, 2007. 167 с.
14. Попков В.А., Коржуев А.В. Современная теория обучения: общенаучная интерпретация. М.: Академический проект, 2009. 185 с.
15. Попов А.М., Сотников В.Н. Экономико-математические методы и модели. М.: Юрайт, 2013. 479 с.
16. Роберт И.В. Теория и методика информатизации образования. М.: ИИО РАО, 2008. 274 с.
17. Рудинский И.Д. Подготовка специалистов в области формально-структурного описания, исследу-

дования и организации педагогического тестирования знаний. М.: ИИО РАО, 2005. 36 с.

18. Седова Н.Е. Основы практической педагогики. М.: Сфера, 2008. 192 с.

19. Современные образовательные технологии / под ред. Н.В. Бордовской. М.: КноРус, 2011. 432 с.

20. Яковлева Н.О. Педагогическое проектирование инновационных образовательных систем. Челябинск: Изд-во ЧГИ, 2008. 279 с.

21. Larin S.N., Stebenyaeva T.V. Assessment of the effectiveness of modern information and communication technologies and electronic educational resources based on formal models // *European Applied Studies: modern approaches in scientific researches*. ORT Publishing. Stuttgart. 2013. № 1. P. 110–113.

National Interests: Priorities and Security

ISSN 2311-875X (Online)

ISSN 2073-2872 (Print)

Social Services and Education

**INFORMATION FLOWS IN EDUCATIONAL MILIEU
AS A BASIS FOR THE USE OF PEDAGOGICAL TOOLS
OF MODERN LEARNING TECHNOLOGIES**

**Sergei N. LARIN,
Nikolai A. SOKOLOV**

Abstract

Importance The article substantiates methodological approaches to and opportunities of using information flows in learning environments of higher educational institutions as pedagogical tools of modern learning technologies. The research mainly aims at examining the effect information technologies integrated in higher educational institutions have on the improvement of students' professional knowledge through the use of computer equipment and computing technologies in the educational process.

Objectives We try to illustrate some ways to resolve the principle issues of integrating IT into learning environments of higher educational institutions by selecting approaches to and methods for formalized knowledge representation, setting up algorithms for their use and building knowledge databases. In this respect, we suggest that higher educational institutions should create IT learning environment, which will enable them to model not only the learning process, but also various training methods and techniques.

Methods To formalize the structure of didactic contents within information flows of learning environments, we use adaptive (manageable) navigation models, with training scenarios determining the sequence of information flows. Scenario-based approaches are implemented through information knowledge databases per subject of a training program, and formalized representation of the student's knowledge and knowledge contained in the didactic contents of e-learning information flows as part of the modern learning technologies.

Results The article formalizes a simplified model of the student's knowledge and subject area knowledge model. Based on the models, we devise an adaptive navigation model to evaluate the student's knowledge, considering the logic of studying the didactic contents of knowledge represented in information flows of e-learning resources as part of the modern learning technologies.

Conclusions and Relevance If applied as pedagogical tools of the modern learning technologies, the above methods, models and implementation algorithms allow to improving students' knowledge substantially on the basis of information flows of the didactic contents of e-learning resources.

Keywords: education, IT development, modern learning technologies, e-learning resources, didactic contents, adaptive navigation model

References

1. Alfeeva E.L. Metodicheskaya sistema organizatsii strukturirovannykh informatsionnykh resursov v obrazovanii [A methodological system for arranging structured information resources in education]. *Pedagogicheskaya informatika = Pedagogical Informatics*, 2006, no. 5, pp. 44–52.

2. Voronkova O.B. *Informatsionnye tekhnologii v obrazovanii* [Information technologies in education]. Moscow, Feniks Publ., 2010, 315 p.

3. Gritsyuk S.N., Mirzoeva E.V., Lysenko V.V. *Matematicheskie metody i modeli v ekonomike* [Math-

emathical methods and models in economics]. Rostov-on-Don, Feniks Publ., 2007, 348 p.

4. Efremov O.Yu. *Pedagogika* [Pedagogy]. St. Petersburg, Piter Publ., 2010, 352 p.

5. Knyazeva M.D., Trapeznikov S.N. *Informatsionnye tekhnologii v obrazovanii: Komp'yuternoe so-provozhdenie obrazovatel'nogo protsessa: monografiya* [Information technologies in education. Computer-assisted educational process: a monograph]. Moscow, Plekhanov Russian University of Economics Publ., 2010, 220 p.

6. Kolechenko A.K. *Entsiklopediya pedagogicheskikh tekhnologii* [Encyclopedia of educational technologies]. Moscow, Karo Publ., 2008, 368 p.

7. Konopleva I.A., Khokhlova O.A., Denisov A.V. *Informatsionnye tekhnologii* [Information technologies]. Moscow, Prospekt Publ., 2011, 328 p.

8. Larin S.N., Sokolov N.A. *Aksiomaticheskaya model' didakticheskogo kontenta znaniy predmetnoi oblasti obrazovatel'nykh distsiplin* [An axiomatic model of the didactic contents of subject area knowledge]. *Obozrenie prikladnoi i promyshlennoi matematiki = Review of Applied and Industrial Mathematics*, 2014, vol. 21, iss. 4, pp. 374–375.

9. Mikheev V.I. *Modelirovanie i metody teorii izmerenii v pedagogike* [Modeling and methods of the measurement theory in pedagogy]. Moscow, URSS Publ., 2010, 224 p.

10. Molokova A.V., Molokov Yu.G. *Izmenenie kharakteristik obrazovatel'nogo protsessa v usloviyakh ego informatizatsii* [Change in the educational process characteristics during IT integration]. *Filosofiya obrazovaniya = Philosophy of Education*, 2006, no. 3, pp. 51–58.

11. Mordvinov V.A. *Ontologiya modelirovaniya i proektirovaniya semanticheskikh informatsionnykh sistem i portalov* [The ontology of modeling and designing of semantic information systems and portals]. Moscow, Moscow State Institute of Radio Engineering, Electronics and Automation Publ., 2005, 237 p.

12. Panchenko T.V. *Geneticheskie algoritmy* [Genetic algorithms]. Astrakhan, Astrakhan State University Publ., 2007, 48 p.

13. Polyakov S.D. *Pedagogicheskaya innovatika: ot idei do praktiki* [Pedagogical innovative studies: from concepts to practice]. Moscow, Pedagogicheskii poisk Publ., 2007, 167 p.

14. Popkov V.A., Korzhuev A.V. *Sovremennaya teoriya obucheniya: obshchenauchnaya interpretatsiya* [The modern theory of education: general scientific interpretation]. Moscow, Akademicheskii proekt Publ., 2009, 185 p.

15. Popov A.M., Sotnikov V.N. *Ekonomiko-matematicheskie metody i modeli* [Economic and mathematical methods and models]. Moscow, Yurait Publ., 2013, 479 p.

16. Robert I.V. *Teoriya i metodika informatizatsii obrazovaniya* [The theory and methods of IT integration in education]. Moscow, Institute of Informatization of Education of Russian Academy of Education Publ., 2008, 274 p.

17. Rudinskii I.D. *Podgotovka spetsialistov v oblasti formal'no-strukturnogo opisaniya, issledovaniya i organizatsii pedagogicheskogo testirovaniya znaniy* [Training of specialists in formal and structural description, examination and organization of pedagogical knowledge testing]. Moscow, Institute of Informatization of Education of Russian Academy of Education Publ., 2005, 36 p.

18. Sedova N.E. *Osnovy prakticheskoi pedagogiki* [The essentials of practical pedagogy]. Moscow, Sfera Publ., 2008, 192 p.

19. *Sovremennye obrazovatel'nye tekhnologii* [Modern learning technologies]. Moscow, KnoRus Publ., 2011, 432 p.

20. Yakovleva N.O. *Pedagogicheskoe proektirovanie innovatsionnykh obrazovatel'nykh sistem* [Pedagogical design of innovative educational systems]. Chelyabinsk, Chelyabinsk Humanitarian Institute Publ., 2008, 279 p.

21. Larin S.N., Stebenyaeva T.V. *Assessment of the effectiveness of modern information and communication technologies and electronic educational resources based on formal models. European Applied Studies: Modern Approaches in Scientific Researches*. Stuttgart, ORT Publishing, 2013, vol. 1, pp. 110–113.

Sergei N. LARIN

Central Economics and Mathematics Institute of RAS, Moscow, Russian Federation
sergey77707@rambler.ru; larinsn@cemi.rssi.ru

Nikolai A. SOKOLOV

Central Economics and Mathematics Institute of RAS, Moscow, Russian Federation
sokolov@cemi.rssi.ru

Acknowledgments

The article was supported by the Russian Foundation for Humanities, project No. 14-02-00023a “Methodological basis for the implementation and practical application of innovative technologies, educational process methods and formats in higher educational institutions”.