

УДК 37.022

DOI: 10.25559/SITITO.16.202001.198-206

## Особенности организации E-learning познавательных процессов с учётом требований дидактики

К. В. Песков, В. М. Панченко\*

МИРЭА – Российский технологический университет, г. Москва, Россия  
119454, Россия, г. Москва, пр. Вернадского, д. 78

\* pvm36@yandex.ru

### Аннотация

Электронные модули являются удобной формой для организации e-learning познавательного процесса. Модули формируются авторами на примерах освоения отдельных типовых классов задач системного анализа и исследования операций, связанных с ними методов и разработанных для их решения моделей, осваиваемых в условиях развития современных информационных средств личного и коллективного пользования при обучении с учётом требований дидактики. Технология разделяемых единиц контента (ТРЕК) является основой формирования просмотровых последовательностей электронных учебных модулей. В частности, рассматривается процесс формирования электронного модуля класса задач упорядочения и согласования – базиса формирования моделей сетевого планирования и применения технологий программ единичных экспериментов (ТПЕЭ). Показано, что начальная просмотровая последовательность оптимально должна формироваться экспертно, исходя из требований дидактики по Я. А. Коменскому. Начало дидактики Коменского было связано с технологией книгопечатания и известна, как дидактика Я. А. Коменского. Лучшим вариантом организации учебного процесса в этом случае является педагогическая система вида 1+2+4. В качестве предметно ориентированных данных использованы априорно известные первоисточники по классам задач исследования операций и системного анализа. Разработка модулей проводилась с помощью языка гипертекстовой разметки HTML. Модули ориентированы на применение в системах компьютерного обучения (СКО). Средства навигации по учебному материалу реализованы таким образом, чтобы они были интуитивно понятными пользователям. Объемные текстовые и графические блоки разбиты на небольшие легко обозримые фрагменты. Применялась технология разделяемых единиц контента (ТРЕК). Электронные учебные модули (ЭУМ) в виде комплексов электронных учебных курсов (ЭУК) ориентированы на использование для организации программно-управляемых учебных процессов.

**Ключевые слова:** технологии: разделяемых единиц контента (ТРЕК) программ единичных экспериментов (ТПЕЭ); контент, кадр, модуль; системы компьютерного обучения (СКО); программно-управляемое обучение; программа единичного эксперимента (ПЕЭ); электронный учебный модуль (ЭУМ); дидактика; система вида 1+2+4, где знак (+) – аддитивная операция динамического единения трёх процессов; просмотровые последовательности; временные ряды; системы данных и порождаемые ими системы (по системологии Дж. Клира).

**Для цитирования:** Песков, К. В. Особенности организации E-learning познавательных процессов с учётом требований дидактики / К. В. Песков, В. М. Панченко. – DOI 10.25559/SITITO.16.202001.198-206 // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2020. – Т. 16, № 1. – С. 198-206.

© Песков К. В., Панченко В. М., 2020



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.  
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.



## Features of the Organization E-learning of Cognitive Processes Accounting the Requirements of Didachography

K. V. Peskov, V.M. Panchenko\*

MIREA – Russian Technological University, Moscow, Russia

78 Vernadsky Av., Moscow 119454, Russia

\* pvm36@yandex.ru

### Abstract

Electronic modules are a convenient form for organizing e-learning cognitive process. Modules are formed by the authors on the examples of the development of certain typical classes of problems of system analysis and operations research, methods associated with them and models developed for their solution, mastered in the development of modern personal and collective information tools for training, taking into account the requirements of didachography.

The technology of shared content units (TSCU) is the basis for the formation of viewing sequences of electronic training modules. In particular, the process of forming an electronic module of the class of tasks of ordering and coordination is considered, which is the basis for the formation of network planning models and the application of technology of unit experiment programs (TUEP).

It is shown that the initial viewing sequence should optimally be formed expertly, based on the requirements of didactics according to Ya.A. Komensky. The beginning of Comenius's didactics was associated with the technology of printing and is known as the diadography of Comenius J.A.

The best option for organizing the educational process in this case is the pedagogical system of the form  $1 + 2 + 4$ .

As subject-oriented data, apriori known primary sources on the classes of tasks of operations research and system analysis were used. The development of modules was carried out using the HTML Hypertext Markup Language. The modules are oriented to application in computer-aided training systems. Learning material navigation tools are designed to be intuitive to users. Volumetric text and graphic blocks are divided into small easily visible fragments. The technology of shared content units (TSUC) was applied. Electronic training modules (ETM) in the form of complexes of electronic training courses (ETC) are focused on the use for the organization of program-controlled educational processes.

**Keywords:** Program-Driven Learning, Single Experiment Program (SEP), Electronic Training Module (ETM), Didachography, System  $1 + 2 + 4$ , Time series, Data systems and the systems generated by them (according to the systemology of J. Clear).

**For citation:** Peskov K.V., Panchenko V.M. Features of the Organization E-learning of Cognitive Processes Accounting the Requirements of Didachography. *Sovremennye informacionnye tehnologii i IT-obrazovanie* = Modern Information Technologies and IT-Education. 2020; 16(1):198-206. DOI: <https://doi.org/10.25559/SITITO.16.202001.198-206>



## Введение

По цели и содержанию работа направлена на исследование и возможности практического применения электронного репозитория первоисточников для создания электронных учебных курсов (модулей) с учётом требований дидактики по Я. А. Коменскому.

В настоящее время электронные учебные модули (ЭУМ) являются признанной и удобной формой организации познавательного процесса в системах компьютерного обучения (СКО). В частности, ЭУМ можно рекомендовать при изучении отдельных типовых задач, методов и разработанных для их решения моделей в предметных областях знаний, связанных с системным анализом и исследованием операций, осуществляемом в условиях развития современных информационных средств и сетевых технологий.

Известно, что технология разделяемых единиц контента (ТРЕК) в настоящее время является основой формирования учебных модулей. [1, 2, 3]. Возникает проблема эффективной организации программно - управляемой учебной деятельности на основе реализации технологии программ единичных экспериментов (ТПЕЭ) и с учётом требований дидактики.

Дидактика, как составное из двух слов: дидактика и типология, как термин, была открыта великим чешским педагогом Яном Амосом Коменским. Это открытие – не просто словосочетание. Функционально изменялись требования к порождаемой дидактике, относительно возможностей организации и наполнения познавательной деятельностью. С развитием книгопечатания экземпляр любой рукописной книги, дорогой и доступный избранным его владельцам, стал доступен, в принципе, всем нуждающимся. Учебник стал доступен ученикам. Возможна реализация параллельного доступа к организации учебного процесса. По существу, это и есть процесс зарождения дидактики.

Дидактика как методология организации познавательного процесса связана, в сущности, с открытием комбинированной дидактической системы (1+4), если учебник используется во время занятий учеником и учителем (1) и вне занятия изучается учеником (4).

При ведущей системе (4-учебник) в информационном обществе (2- средства и возможности использовать принцип наглядности) сформировалась современная дидактика (1+2+4). (по Беспалько В.П.)

## Системообразующая модель архитектуры LTSA

Для конкретизации задач программно-управляемой деятельности будем ориентироваться на модель размеченного орграфа стандарта P1484.1<sup>1</sup>, приведённую на рисунке 1.

Составляющие рисунка 1 следующие:

Прецедент-1 «управляемый объект наблюдений» (пользователь системы, сотрудник организации, обучаемый) (вершина графа 1);

Прецедент-2 «оценка, данные наблюдений деятельности прецедента 1» (вершина графа 2);

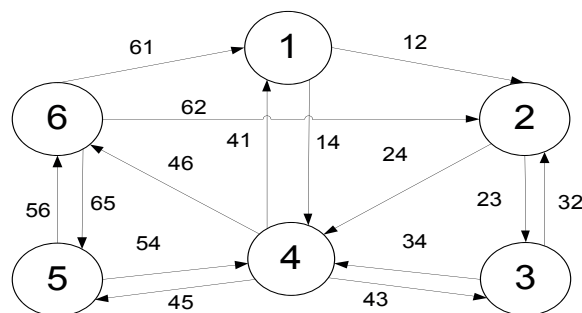
Прецедент-3 «хранилище, система исходных и порождаемых

данных, модели-алгоритмы - программы порождений» (вершина графа 3);

Прецедент-4 «система управления и координации деятельности прецедента 1, учитель (программа обучения), тренер (тренажёры, учебно-тренировочные задачи)» (вершина графа 4);

Прецедент-5 «хранилище, репозиторий, средства работы с контентом (ТРЕК)» (вершина графа 5);

Прецедент-6 «доставка, средства доставки (сети, протоколы, контроллеры...)» (вершина графа 6) [20].



Р и с. 1. Модель архитектуры LTSA в виде размеченного орграфа  
F i g. 1. LTSA architecture model as a marked-up orggraph

В статье рассматриваются процессы формирования электронных модулей на примерах из классов задач системного анализа. Основная вершина 5 и её репозиторий в подграфе комплекса вершин 4,5,6,1 и связывающих вершины дуг. В качестве исходных данных для применения ТРЭК используются материалы электронных версий первоисточников по системному анализу, основы которых были заложены при решении задач исследования операций и находятся в хранилище 5.

## К выбору первоисточника для ТРЕК

Рассматривается ситуация, при которой репозиторий (прецедент 5 модели архитектуры), как исходная библиотека, уже содержит необходимую базу информационных материалов в форме файлов, связанных с заданной предметной областью знаний, которые могут служить первоисточником для формирования электронных учебных модулей (ЭУМ).

Основные требования к первоисточнику для применения технологии разделяемых единиц контента для области системного анализа следующие:

- доступность в электронном виде для применения технологии, проверенность временем содержательной части задач,
- конкретность примеров применения по классам задач,
- креативная и когнитивная привлекательность.

Словом - это технологичность и перспективная применимость для практики и в учебном процессе, в частности.

В список анализируемой для выбора литературы были включены первоисточники, непосредственно связанные с исходным направлением и тематикой работы, доступные в печатном или электронном виде издания, в частности, указанные в статье [1-7].

В качестве материала для ТРЕК был выбран практикум, соз-

<sup>1</sup> IEEE Standard for Learning Technology-Learning Technology Systems Architecture (LTSA). *IEEE Std 1484.1-2003*. p. 0\_1-97. 2003. DOI: <https://doi.org/10.1109/IEEESTD.2003.94410>



данный в 1984 году Е. М. Кудрявцевым [5].

Надо отметить, что в выше указанном практикуме на сегодняшний день устарело всё, что связано как с программным обеспечением примеров решения различных классов задач, так и само понятие «Исследование операций», которое в настоящее время переориентировано в направлении «Системный анализ и принятие решений». Программно-математическое и техническое обеспечение прошлого века не просто устарело, а отработало своё.

Однако, содержательная часть классов задач не теряет своей ценности и в условиях современных технологий и информационных устоев общества.

## Структурные компоненты информационных технологий в образовании.

Современный учебный процесс сложно представить без использования компьютерных учебников, задачников, тестирующих систем и других компьютерных средств обучения.

Компоненты, реализующие структурные единицы учебного материала по ТРЕК, подразделяются на кадры и модули (информационные, контрольные).

Кадр – совокупность информационных объектов, представляющих фрагмент содержания курса.

Модуль – структурный компонент, содержащий множество кадров, множество ссылок на подчиненные модули и описание связей между этими кадрами и модулями [2].

Соотношение между кадрами и модулями можно сравнить с соотношениями между файлами и каталогами операционной системы. Собственно, учебный материал представляется в кадрах. Модули служат для фиксации связей, объединяющих

входящие в них компоненты.

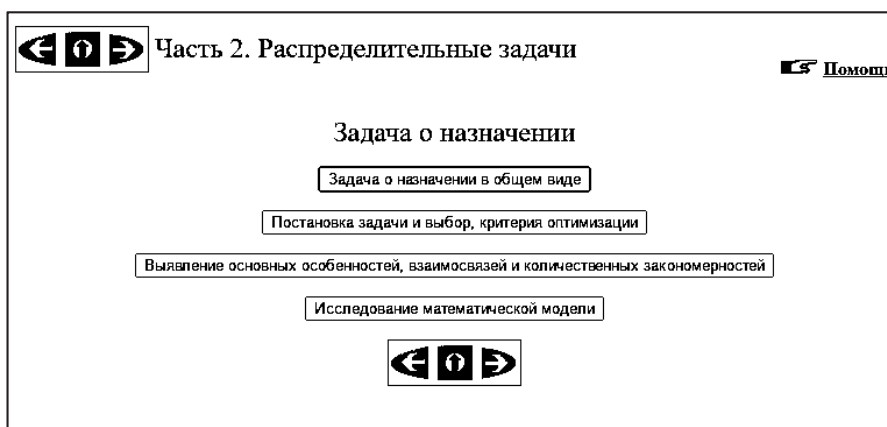
Иерархическая система модулей отражает тематическую декомпозицию учебного материала. Выделение компонентов для явного описания отношений между структурными единицами содержания курса как самостоятельных информационных объектов – ключевая особенность используемого подхода.

## Составляющие кадры электронной структуризации для модуля заданной категории задач

Разработка модуля с помощью языка гипертекстовой разметки HTML для системы компьютерного обучения (СКО) осуществлялась в несколько стадий (этапов) согласно современным международным требованиям к разработке информационных систем [3]:

1. На первой стадии сформирована концепция и облик создаваемого модуля, специфицированы его основные функции и характеристики, детализирована архитектура, определена структура, содержательная направленность и глубина представляемых в нем учебного материала.
2. На второй стадии создан шаблон типовых информационных компонентов, сформирована структура информационной базы и построен прототип, реализующий основные функции для готового к наполнению предметного содержания.

На стадии реализации осуществлена подготовка, методическая обработка, согласование и редактирование учебного материала; он был представлен в информационной базе электронного учебника; реализованы и отлажены программные компоненты. Результат данной стадии – законченный в функциональном и содержательном планах модуль для СКО (рисунок 2).



Р и с. 2. Структура модуля для системы компьютерного обучения на примере «распределительной задачи о назначении»

F i g. 2. The structure of the module for the computer learning system on the example of the "assignment problem"

Средства навигации по учебному материалу реализованы таким образом, чтобы они были интуитивно понятными пользователям.

Объемные текстовые и графические блоки разбиты на небольшие легко обозримые фрагменты.

Так как учебные материалы имеют значительные объемы, средства навигации обеспечивают:

- листание фрагментов материала вперед и назад;
- переходы к концу и началу последовательности фрагментов

от образующей текущую структурную единицу модуля (главу, раздел и т.п.);

- переходы к опорным фрагментам и блокам (разделам, модулям), относящимся к содержанию СКО в целом;
- переходы по типовым направлениям.

На рисунке 3 показан фрагмент по первым главам электронной формы учебника, в который внедряется модуль, как отдельная глава или часть параграфов главы, в зависимости от предметной области знаний и целей обучения.





Р и с. 3. Электронный учебник, в который внедряется модуль

F i g. 3. E-textbook in which the module is being implemented

В общем случае приведены типовые составляющие структурных единиц.

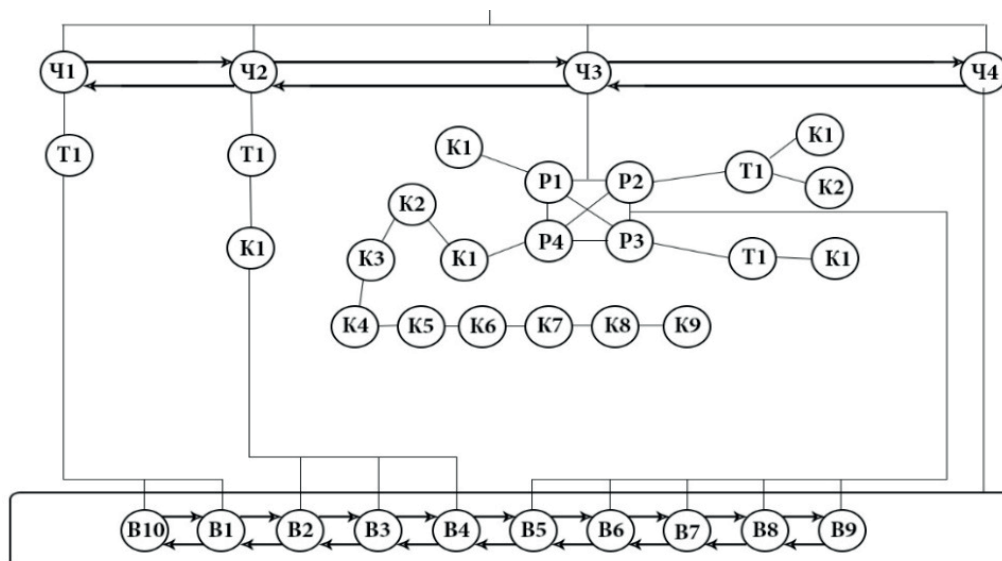
Учебный материал в целом К	Главы	Разделы (параграфы, темы)	Подразделы (пункты)	Кадры (страницы, статьи, экраны)
----------------------------	-------	---------------------------	---------------------	----------------------------------

Между вершинами существуют отношения. В соответствии с этими отношениями структурным единицам приписаны индексы, каждый из которых отражает путь к соответствующей вершине от корневой вершины. Индексы используются для идентификации и адресации структурных единиц. Их компоненты ассоциируются с иерархическими уровнями учебного материала.

Выделено пять уровней, считая корневую вершину. Последняя помечена символом «К» и представляет самую общую структурную единицу, соответствующую учебному материалу в целом. Ее уровень не учитывается в индексах.

Основы организации программно-управляемой деятельности обучаемого. Просмотровые последовательности модуля Формирование просмотровых последовательностей зависит от цели учебной деятельности: изучение учебного модуля в целом, изучение отдельных частей целого, репетиторство к итоговому контролю, итоговый контроль.

На рисунке 4 дана общая структура электронного модуля.



Р и с. 4. Граф-схема фрагментов комплекса для формирования просмотровых последовательностей электронного учебного модуля (ЭУМ)

F i g. 4. Graph-diagram of the fragments of the complex for the formation of viewing sequences of the electronic training module



Граф-схема содержит вершины и дуги. Вершины графа комплекса представлены в кружках с указанием принадлежности части к целому.

Вершина входа в систему (исходный экран для режима «обучение») «расширяется» (по терминологии УМЛ) на четыре вершины по частям ЭУМ с последовательным или с произвольным доступом к соответствующим экранам (представляется как последовательность типа цепи (P4) или полным графом отношений типа K4 при произвольном выборе доступа).

Вершины Ч2 и Ч3 имеют свои расширения соответственно. Одна вершина К1 (расширение для Ч2): в данном случае экран с текстовой информацией. Для Ч3 имеем расширение в виде архитектуры множества полностью связанных четырех вершин типа А, представляющих полный граф отношений К4 по архитектуре из множества элементов А.

Просмотровая последовательность (часть 4) по контрольным вопросам задана цепью графа P11 (из 11 вершин типа «В»).

В режиме работы «Репетитор» предусмотрены связи с частями основного материала ЭУМ.

### Дидактика задачного подхода в учебной практике

При переходе к бакалавриату и магистрату в рабочих программах наблюдается сокращение лекционных часов в пользу практикумов и общее сокращение аудиторных занятий в пользу СРС. Возникает задача парадигмального формирования

знаний и стимулирования обучения средствами практики и применения задачного подхода.

Конкретно, требуется за время аудиторных занятий подготовить исходное усвоение семантического базиса для дальнейшей СРС. Сложность предметных учебных элементов (по кадрам) в целом должна познаваться на этом исходном усвоенном базисе обучаемым самостоятельно, то-есть на основе решения упрощенных и доведенных до понимания и восприятия типовых задач, усваиваемых непосредственно на занятиях при необходимом участии всех обучаемых группы и преподавателя.

В этом случае дидактика требует разрешения проблемы перегрузки путём тщательного планирования и отработки временных рядов с сокращённым содержанием кадров учебного модуля. Потребуется привлечение экспертов и проверка на основе реализации технологии программ единичных экспериментов ТПЕЭ. В просмотровых последовательностях это может быть отражено указанием исходного маршрута для изучения.

### Диаграмма классов ЭУМ по одной из задач замены оборудования (пример)

Диаграмма классов модуля непосредственно конкретизируется с диаграммой последовательностей и видов деятельности. На рис. 5 приведена диаграмма классов для задачи замены оборудования длительного пользования.



Р и с. 5. Пример конкретизации диаграммы классов  
F i g. 5. Example of the class diagram specification

Диаграмма «Последовательности» зависит от принятой методики и вида учебной деятельности. Для ее конкретизации полезно

применение типовой схемы, приведенной в виде шаблона.

Т а б л и ц а 1. Шаблон для диаграммы «Последовательности» [7]  
T a b l e 1. Template for Sequence Diagram [7]

1.	Войти в систему к 'задаче замены оборудования длительного пользования'
2.	Перейти к режиму «обучение»
3.	Выбрать предоставленные разделы по просмотровой последовательности кадров
4.	Проработать материал учебного модуля по заданной методике.
5.	Перейти к списку контрольных вопросов. Выбрать режим: «Репетитор» или «Контроль».
6.	Ответить на вопросы в режиме «Контроль»



Преимуществом непосредственно модульной системы является то, что модули (отдельные главы или их части- параграфы) могут формироваться параллельно, независимо друг от друга. Поскольку отношения между соподчиненными модулями задаются на уровне подчиняющего модуля, для интеграции системы или ее части не требуется спускаться вглубь составляющих модулей и переопределять связи внутри них. Это существенно облегчает объединение информационных компонентов, созданных разными исполнителями.

Основные преимущества СКО в целом в дидактическом и функциональном отношении [6]:

- создание условий для самообучения;
- более глубокая индивидуализация обучения и обеспечение условий для его вариативности;
- возможность представления в мультимедийной форме уникальных информационных материалов.
- К основным технологическим преимуществам СКО относятся [6]:
- более простое обновление и развитие;
- простое распространение.

Активная роль информационных технологий в образовании состоит в том, что они не только выполняют функции инструментария, используемого для решения определенных педагогических задач, но и стимулируют развитие методики и методики, способствуют созданию новых форм обучения и образования.

## Заключение

- Обоснован выбор первоисточника для формирования электронных учебных модулей (ЭУМ) для применения технологии разделяемых единиц контента для программно-управляемой учебной деятельности;
- Выполнена структуризация ЭУМ по различным классам задач системного анализа, в частности, для классов задач: упорядочения и согласования, управления запасами, замены оборудования, задачи о назначении;
- Определены метаданные по объемам (в словах) и содержанию учебных кадров для ЭУМ;
- Построены граф-схемы для формирования просмотровых последовательностей комплексов педагогических задач (изучение, восстановление знаний, репетиторство, итоговый контроль);
- Собраны и опробованы электронные модули в условиях практикума в кодах на базе средств гипертекстовой разметки HTML и динамических элементов JavaScript;
- Отработку технологий программ единичных экспериментов и внедрение ЭУМ в виде ЭУК планируется реализовать в процессе последующих исследований.

## Список использованных источников

- [1] Норенков, И. П. Технологии разделяемых единиц контента для создания и сопровождения информационно-образовательных сред / И. П. Норенков // Информационные технологии. – 2003. – № 8. – С. 34-39.
- [2] Норенков, И. П. Информационные технологии в образовании / И. П. Норенков, А. М. Зимин. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004.
- [3] Панченко, В. М. Компьютерные технологии системы
- [4] обучения. Технология разделяемых единиц контента в системе программ единичных экспериментов / В. М. Панченко. – М.: МИРЭА, 2009. – 156 с.
- [5] Вентцель, Е. С. Исследование операций: задачи, принципы, методология / Е. С. Вентцель. – М.: Наука, 1988. – 208 с.
- [6] Кудрявцев, Е. М. Исследование операций в задачах, алгоритмах и программах / Е. М. Кудрявцев. – М.: Радио и связь, 1984. – 184 с.
- [7] Башмаков, А. И. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем / А. И. Башмаков, И. А. Башмаков. – М.: «Филин», 2003. – 614 с.
- [8] Иванова, Г. С. Технология программирования / Г. С. Иванова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 320 с.
- [9] Беспалько, В. П. Основы теории педагогических систем: Проблемы и методы психолого-педагогического обеспечения технических обучающих систем / В. П. Беспалько. – Воронеж: ВГУ, 1977. – 304 с.
- [10] Беспалько, В. П. Образование и обучение с участием компьютеров (педагогика третьего тысячелетия) / В. П. Беспалько. – М.: МПСИ, 2002.
- [11] Панченко, В. М. Теория систем. Методологические основы / В. М. Панченко. – М.: МИРЭА, 2005. – 96
- [12] Клир, Д. Системология. Автоматизация решения системных задач / Д. Клир. – М.: Радио и Связь, 1990. – 544 с.
- [13] Кухтенко, А. И. Системная теория / А. И. Кухтенко // Энциклопедия кибернетики / Под ред. В. М. Глушкова и др. – Т. 2. – Киев, 1974. – С. 335-339.
- [14] Беспалько, В. П. Природосообразная педагогика / В. П. Беспалько. – М.: Народное образование, 2008. – 512 с.
- [15] Малошенок, Н. Г. Взаимосвязь использования Интернета и мультимедийных технологий в образовательном процессе со студенческой вовлеченностью / Н. Г. Малошенок. – DOI 10.17323/1814-9545-2016-4-59-83 // Вопросы образования. – 2016. – № 4. – С. 59-83. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27633324> (дата обращения: 07.12.2019).
- [16] Семенов, А. Информационные и коммуникационные технологии в общем образовании. Теория и практика / А. Семенов. – ЮНЕСКО, 2006. – 327 с. URL: [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000139028\\_rus?posInSet=2&queryId=57fad494-ba23-48a7-a227-1e8beedc446c](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000139028_rus?posInSet=2&queryId=57fad494-ba23-48a7-a227-1e8beedc446c) (дата обращения: 07.12.2019).
- [17] Соломатин, Н. М. Информационные семантические системы / Н. М. Соломатин. – М.: Вышш. школа, 1989. – 128 с.
- [18] Песков, К. В. Формирование электронного модуля на примере заданного класса задач упорядочения и согласования / К. В. Песков, А. П. Вострикова, В. М. Панченко // Наука, образование и инновации: Сборник статей по итогам Межд. научно-практической конференции (Казань, 12 июля 2017). – Часть 2. – Стерлитамак: АМИ, 2017. – С. 93-99. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29713432> (дата обращения: 07.12.2019).
- [19] Панченко, В. М. Сбор и оценивание деятельности обучающихся по данным программ единичных экспериментов / В. М. Панченко, В. Б. Захарюкин, А. И. Комаров, Е. В. Тычинин, А. В. Бондарь // Сборник трудов 57-й НТК МИРЭА. – Ч. 5. – М.: МИРЭА, 2008. – С. 63-67.
- [20] Комаров, А. И. Информационный и технологический базис формирования систем открытого образования



// Информационные и телекоммуникационные технологии. – 2013. – № 20. – С. 66-74. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21228937> (дата обращения: 07.12.2019). – Рез. англ.

- [20] O'Droma, M. S. Architectural and functional design and evaluation of e-learning VUIS based on the proposed IEEE LTSA reference model / M. S. O'Droma, I. Ganchev, F. McDonnell. – DOI 10.1016/S1096-7516(03)00045-9 // The Internet and Higher Education. – 2003. – Vol. 6, issue 3. – Pp. 263-276. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1096751603000459> (дата обращения: 07.12.2019).
- [21] Комаров, А. И. Технологический комплекс средств для реализации образовательного процесса с элементами интерактивности и идентификации обучаемых / А. И. Комаров, В. М. Панченко // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2016. – Т. 12, № 3-1. – С. 82-89. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27411978> (дата обращения: 07.12.2019). – Рез. англ.
- [22] Нечаев, В. В. Методические аспекты и технологии поддержки интерактивности в электронных системах обучения / В. В. Нечаев, В. М. Панченко, А. И. Комаров // International Journal of Open Information Technologies. – 2014. – Т. 2, № 1. – С. 17-22. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21019894> (дата обращения: 07.12.2019). – Рез. англ.
- [23] Комаров, А. И. Роль системы данных и знаний в обеспечении ИТ-образования // А. И. Комаров, В. М. Панченко, В. В. Нечаев // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2014. – № 10. – С. 116-125. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23020624> (дата обращения: 07.12.2019).
- [24] Нечаев, В. В. Дидактическая формализация современных обучающих систем: особенности и модели / В. В. Нечаев, В. М. Панченко, А. И. Комаров // Открытое образование. – 2010. – № 6. – С. 49-57. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15549106> (дата обращения: 07.12.2019). – Рез. англ.
- [25] Нечаев, В. В. Межпредметный системообразующий базис организации процесса подготовки специалистов по научным направлениям / В. В. Нечаев, В. М. Панченко, А. И. Комаров // Открытое образование. – 2012. – № 5. – С. 70-77. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18359809> (дата обращения: 07.12.2019). – Рез. англ.

Поступила 07.12.2019; принята к публикации 25.03.2020;  
опубликована онлайн 25.05.2020.

#### Об авторах:

**Песков Константин Владимирович**, магистр, аспирант кафедры инструментального и прикладного программного обеспечения, МИРЭА – Российский технологический университет (119454, Россия, г. Москва, пр. Вернадского, д. 78), ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6767-7516>, [peskov.kst@gmail.com](mailto:peskov.kst@gmail.com)

**Панченко Виктор Михайлович**, профессор кафедры инструментального и прикладного программного обеспечения, МИРЭА – Российский технологический университет (119454, Россия, г. Москва, пр. Вернадского, д. 78), кандидат техниче-

ских наук, профессор, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7038-878X>, [pvm36@yandex.ru](mailto:pvm36@yandex.ru)

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

## References

- [1] Norenkov I.P. Shareable content units technologies for education environment. *Informacionnye Tehnologii = Information Technologies*. 2003; (8):34-39. (In Russ.)
- [2] Norenkov I.P., Zimin A.M. *Informacionnye tehnologii v obrazovanii* [Information Technologies in Education]. Moscow: BMSTU Publ.; 2004. (In Russ.)
- [3] Panchenko V.M. *Komp'yuternye tehnologii sistemy obucheniya. Tehnologija razdeljaemyh edinic kontenta v sisteme programm edinichnyh jeksperimentov* [Computer Technologies of the Training System. Shared Content Units Technology in a Single Experiment Program System]. Moscow: MIREA; 2009. (In Russ.)
- [4] Wentzel E.S. Operations Research: Objectives, Principles, Methodology. Moscow: Nauka Publ., 1988. (In Russ.)
- [5] Kudryavtsev E.M. *Issledovanye operatsiy v zadachakh, alhorytmakh i prohrammakh* [Research of operations in problems, algorithms and programs]. M.: Radio i svyaz; 1984. (In Russ.)
- [6] Bashmakov A.I., Bashmakov I.A. *Razrabotka komp'yuternyh uchebnikov i obuchajushhih sistem* [Designing of computer textbook and training system]. M.: "Filin" Publ.; 2003. (In Russ.)
- [7] Ivanova G.S. *Tekhnologiya programmirovaniya* [Technology of programming]. Moscow: BMSTU Publ.; 2002. (In Russ.)
- [8] Bespalko V.P. *Osnovy teorii pedagogicheskikh sistem: Problemy i metody psichologo-pedagogicheskogo obespecheniya tehnicheskikh obuchajushhih sistem* [Fundamentals of the theory of pedagogical systems: Problems and methods of psychological and pedagogical support of technical training systems]. Voronezh: VSU Publ.; 1977. (In Russ.)
- [9] Bespalko V.P. *Obrazovanie i obuchenie s uchastiem komp'yutеров (pedagogika tret'ego tysjacheletija)* [Education and Training with the Participation of Computers (Pedagogy of the Third Millennium)]. Moscow, MPSI Publ.; 2002. (In Russ.)
- [10] Panchenko V.M. *Teorija sistem. Metodologicheskie osnovy* [Systems Theory. Methodological Framework]. Moscow: MIREA; 2005. (In Russ.)
- [11] Klir G.J., Elias D. Architecture of Systems Problem Solving. *IFSR International Series on Systems Science and Engineering book series*. 2003; 21:1-338. Springer, Boston, MA. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-9224-6>
- [12] Kukhtenko A.I. General Theory of Systems. In: Glushkov V. M. (ed.) *Encyclopedia of Cybernetics*. 1974; 2:335-339. Naukova Dumka, Kiev. (In Russ.)
- [13] Bespalko V.P. *Prirodosoobraznaya pedagogika* [Nature Conformably Pedagogy]. M.: Narodnoe obrazovanie; 2008. (In Russ.)
- [14] Maloshonok N. How Using the Internet and Multimedia Technology in the Learning Process Correlates with Student Engagement. *Voprosy obrazovaniya = Educational*





- Studies Moscow. 2016; 4:59-83. (In Russ.) (In Eng.) DOI: 10.17323/1814-9545-2016-4-59-83
- [15] Semenov A. Information and Communication Technologies in Schools: A Handbook for Teachers or How ICT Can Create New, Open Learning Environments. Division of Higher Education, UNESCO; 2005. Available at: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000139028> (accessed 07.12.2019). (In Eng.)
- [16] Solomatin N.M. *Informatsionnye semanticheskie sistemy* [Information Semantic Systems]. Moscow, Vysshaya shkola; 1989. (In Russ.)
- [17] Peskov K.V., Vostrikova A.P., Panchenko V.M. Formation of an electronic module using the example of a given class of ordering and coordination problems. In: *Proceedings of the International Conference on Science, Education and Innovation*. Sterlitamak, AMI; 2017. p. 93-99. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29713432> (accessed 07.12.2019). (In Russ.)
- [18] Panchenko V.M., Zakoryukin V.B., Komarov A.I., Tychinin E.V., Bondar A.V. *Sbor i ocenivanie deyatel'nosti obuchaemykh po dannym programm edinichnykh eksperimentov* [Collection and evaluation of trainees' activities according to the data of single experiment programs]. In: *Proceedings of the 57th Conference on MIREA*. Moscow, MIREA; 2008. p. 63-67. (In Russ.)
- [19] Komarov A.I., Panchenko V.M. Informational Technological Basis of Open Educational Systems. *Information and Telecommunications Technology*. 2013; (20):66-74. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21228937> (accessed 07.12.2019). (In Russ., abstract in Eng.)
- [20] O'Droma M.S., Ganchev I., McDonnell F. Architectural and functional design and evaluation of e-learning VUIS based on the proposed IEEE LTSA reference model. *The Internet and Higher Education*. 2003; 6(3):263-276. (In Eng.) DOI: [https://doi.org/10.1016/S1096-7516\(03\)00045-9](https://doi.org/10.1016/S1096-7516(03)00045-9)
- [21] Komarov A.I., Panchenko V.M. Software complex for supporting interactive education process with opportunity of students identification. *Sovremennye informacionnye tehnologii i IT-obrazovanie = Modern Information Technologies and IT-Education*. 2016; 12(3-1):82-89. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27411978> (accessed 07.12.2019). (In Russ., abstract in Eng.)
- [22] Nechaev V.V., Panchenko V.M., Komarov A.I. Methodological aspects and technologies for supporting interactivity in e-learning systems. *International Journal of Open Information Technologies*. 2014; 2(1):17-22. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21019894> (accessed 07.12.2019). (In Russ., abstract in Eng.)
- [23] Komarov A.I., Panchenko V.M., Nechaev V.V. *Rol' sistemy dannykh i znanii v obespechenii IT-obrazovaniya* [Role of the data and knowledge system in providing it education]. *Sovremennye informacionnye tehnologii i IT-obrazovanie = Modern Information Technologies and IT-Education*. 2014; (10):116-125. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23020624> (accessed 07.12.2019). (In Russ.)
- [24] Nechaev V.V., Panchenko V.M., Komarov A.I. Didactic formalization of modern systems of education: features and models. *Otkrytoe Obrazovanie = Open Education*. 2010; (6):49-57. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15549106> (accessed 07.12.2019). (In Russ., abstract in Eng.)
- [25] Nechaev V.V., Panchenko V.M., Komarov A.I. Interdisciplinary "System-Forming" Basis of Educational Process Organization According to Studies Direction. *Otkrytoe Obrazovanie = Open Education*. 2012; (5):70-77. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18359809> (accessed 07.12.2019). (In Russ., abstract in Eng.)

Submitted 07.12.2019; revised 25.03.2020;  
published online 25.05.2020.

#### About the authors:

**Konstantin V. Peskov**, Master, Postgraduate Student of the Department of Instrumental and Applied Software, MIREA – Russian Technological University (78 Vernadsky Av., Moscow 119454, Russia), ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6767-7516>, [peskov.kst@gmail.com](mailto:peskov.kst@gmail.com)

**Victor M. Panchenko**, Professor of the Department of Instrumental and Applied Software, MIREA – Russian Technological University (78 Vernadsky Av., Moscow 119454, Russia), Ph.D. (Engineering), Professor, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7038-878X>, [pvm36@yandex.ru](mailto:pvm36@yandex.ru)

All authors have read and approved the final manuscript.

