

УДК 519.85, 004.021, 519.178
<https://doi.org/10.37661/1816-0301-2021-18-1-96-104>

Оригинальная статья
Original Paper

Один из подходов к организации современного образовательного процесса

А. Г. Савенко[✉], Ю. А. Скудняков

*Институт информационных технологий Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники,
ул. Козлова, 28, Минск, 220037, Беларусь
[✉]E-mail: savenko@bsuir.by*

Аннотация. Рассматривается новый подход, который заключается в создании и использовании ротационно-гибридной модели организации современного образовательного процесса, представляющей интеграцию образовательных, информационно-коммуникационных, тестирующих, управленческих, ротационных и других технологий. Предлагаются наглядная и математическая модели, структурная схема информационно-образовательной системы, алгоритм процесса ротации обучаемых, а также подход к построению оптимального пути определения максимального усвоения дисциплин обучающимися в каждом наборе изучаемых дисциплин и формирования их наиболее приемлемого подмножества. Приводится программно-алгоритмическая реализация ротационно-гибридной модели в виде универсального электронного средства обучения.

Математической основой ротационно-гибридной модели является теория множеств с использованием графовых моделей, которые выгодно отличаются от другого математического аппарата наглядностью и матричной формой представления, легко обрабатываемой на компьютере. Эффективность применения ротационно-гибридной модели и ее алгоритмической реализации проиллюстрирована с помощью разработанного электронного средства обучения, внедренного в учебный процесс на кафедре информационных систем и технологий Института информационных технологий Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники.

Ключевые слова: ротационная модель, гибридная модель, обучающе-тестирующий ресурс, модульный принцип, электронное средство обучения, оптимизация образовательного процесса

Для цитирования. Савенко, А. Г. Один из подходов к организации современного образовательного процесса / А. Г. Савенко, Ю. А. Скудняков // Информатика. – 2021. – Т. 18, № 1. – С. 96–104. <https://doi.org/10.37661/1816-0301-2021-18-1-96-104>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию | Received 30.12.2020
Подписана в печать | Accepted 12.01.2021
Опубликована | Published 26.03.2021

One of the approaches to the organization of the modern educational process

Andrei G. Savenko[✉], Yuri A. Skudnyakov

*Institute of Information Technologies of the Belarusian State University
of Informatics and Radioelectronics,
st. Kozlova, 28, Minsk, 220037, Belarus
✉E-mail: savenko@bsuir.by*

Abstract. This paper proposes a new approach to the creation and use of rotational-hybrid model of organizing a modern educational process representing the integration of educational, information communication, testing, management, rotational and other technologies. A visual and mathematical model, an diagram of information and educational system, an algorithm for the rotation of trainees are presented. An approach is proposed for constructing the optimal way to determine the maximum assimilation of disciplines by students in each set of studied disciplines and the formation of its most acceptable subset. The program-algorithmic implementation of the rotational-hybrid model in the form of a universal teaching-testing electronic learning tool is shown.

The mathematical basis of the rotational-hybrid model is set theory using graph models, which compare favorably with other mathematical apparatus in visibility and a matrix form of representation that can be easily processed on a computer. The effectiveness of using the developed rotational-hybrid model and its algorithmic implementation is illustrated with the help of developed teaching-testing electronic teaching tool, introduced into educational process at the Department of Information Systems and Technologies of the Institute of Information Technologies of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics.

Keywords: rotational model, hybrid model, teaching and testing resource, modular principle, electronic learning tool, optimization of the educational process

For citation. Savenko A. G., Skudnyakov Yu. A. One of the approaches to the organization of the modern educational process. *Informatics*, 2021, vol. 18, no. 1, pp. 96–104 (in Russian). [https://doi.org/ 10.37661/1816-0301-2021-18-1-96-104](https://doi.org/10.37661/1816-0301-2021-18-1-96-104)

Conflict of interest. The authors declare of no conflict of interest.

Введение. Основными особенностями XXI в. являются, с одной стороны, беспрецедентный, постоянно ускоряющийся рост объема информации, а с другой – высокий уровень развития компьютерной техники, информационных и телекоммуникационных технологий, наличие мощной информационной инфраструктуры и, как следствие, их интенсивное использование гражданами, бизнесом и органами государственной власти. На рубеже веков именно информационные технологии стали общим инструментом взаимодействия всех компонентов, определяющих развитие национальной экономики.

В новых социально-экономических условиях знания, квалификация и умение работать с информацией являются одной из основных ценностей и в то же время – стратегическим ресурсом общества, сопоставимым по значению с природными, людскими и финансовыми ресурсами. В связи с этим образование становится все более значимым институтом современного общества, при этом существенно изменяются предъявляемые к нему требования. Поскольку развитие информационных технологий порождает среду, для которой характерны стремительные и непрерывные изменения, возникает необходимость непрерывного обучения, т. е. обучения в течение всей жизни. Институтом ЮНЕСКО по информационным технологиям в образовании достаточно подробно изложены особенности формирования государственной политики по применению современных информационных технологий.

Использование электронного средства обучения (ЭСО) позволяет обеспечить экономию материальных, человеческих и временных ресурсов. В процессе прохождения компьютерного тестирования благодаря четкому, заранее встроенному алгоритму в программе исключается возможность случайной ошибки при обработке ответов. Наконец, возможно сохранение данных, полученных в результате тестирования, в отдельном файле, доступ к которому может быть как ограниченным, так и неограниченным.

Основной задачей систем электронного обучения является эффективная передача знаний целевой аудитории вне зависимости от того, насколько она подготовлена и способна усваивать необходимую информацию.

Кроме того, эффективность современного образовательного процесса во многом зависит от качества принимаемых решений для разработки и применения самых передовых методов, моделей, алгоритмов и различных инновационных технологий, учитывающих множество внешних и внутренних факторов.

К настоящему времени для подготовки высококвалифицированных, конкурентоспособных специалистов в различных сферах человеческой деятельности разработано и используется множество высокоэффективных образовательно-педагогических технологий, которые, дополняя друг друга, позволяют достигать требуемого качества образовательного процесса [1–5]. Вместе с тем следует отметить, что в общем случае наличие этих технологий является необходимым, но не достаточным условием для всесторонней и глубокой подготовки современного специалиста и формирования его как гармоничной личности.

В процессе полноценной подготовки высококвалифицированного специалиста необходимо использовать интеграцию всех эффективных и перспективных технологий: образовательно-педагогических, информационно-коммуникационных [6,7], тестирующих, управленческих, ротационных и др. Такая интеграция возможна путем создания и использования ротационно-гибридной модели (РГМ), представляющей собой совокупность оптимально сочетающихся и взаимодействующих современных технологий.

Целью исследования является разработка РГМ и ее программно-алгоритмическая реализация для использования в практике современного образовательного процесса.

Математическое описание ротационно-гибридной модели. РГМ как совокупность различных современных технологий является динамически адаптивной системой с развивающимися в соответствии с изменяющимися требованиями современного общества компонентами. На рис. 1 показана упрощенная схема РГМ, где $O = \{O_p, p = \overline{1, n}\}, |O| = n$ – множество обучаемых; $ID = \{ID_l, l = \overline{1, r}\}, |ID| = r$ – множество изучаемых дисциплин, а также условно представлены следующие технологии:

$СОПТ = \{ОПТ_i, i = \overline{1, m}\}, |СОПТ| = m$ – множество современных образовательно-педагогических технологий;

$СИКТ = \{ИКТ_j, j = \overline{1, k}\}, |СИКТ| = k$ – множество современных информационно-коммуникационных технологий (ИКТ);

$СТТ = \{ТТ_c, c = \overline{1, h}\}, |СТТ| = h$ – множество современных технологий тестирования знаний обучаемых;

$СРТ = \{РТ_\mu, \mu = \overline{1, b}\}, |СРТ| = b$ – множество современных ротационных технологий;

СМК – система менеджмента качества;

$СТПР = \{ТПР_\gamma, \gamma = \overline{1, e}\}, |СТПР| = e$ – множество современных технологий принятия решения;

$СТУ = \{ТУ_\alpha, \alpha = \overline{1, \lambda}\}, |СТУ| = \lambda$ – множество современных технологий управления образовательным процессом.

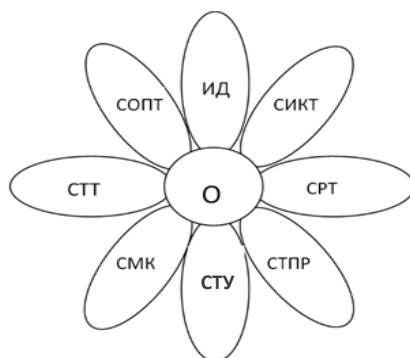


Рис. 1. Представление РГМ

Системный подход и разумное сочетание указанных современных технологий позволит оптимизировать образовательный процесс и усовершенствовать подготовку специалистов в учреждениях образования.

Исходя из вышеизложенного, можно предложить структуру информационно-образовательной системы (ИОС), использующей данную РГМ (рис. 2). Блок входной информации представляет собой объем и уровень знаний, умений и навыков обучаемых, их социокультурные показатели качества. Далее входная информация поступает в блок, обеспечивающий выполнение информационно-образовательного процесса (ИОП) с помощью РГМ. С учетом результатов тестирования уровня знаний каждого O_p при помощи подключения СРТ осуществляется процесс ротации обучаемых с целью изучения наиболее приемлемых для эффективного усвоения подмножеств из ИД, причем эти подмножества могут быть пересекающимися: $ИД_1 \cap ИД_2 \cap \dots \cap ИД_{r-1} \cap ИД_r$.

При завершении процесса ротации с целью максимального усвоения изучаемого материала каждым обучаемым осуществляется ИОП, результатом функционирования которого является выходная информация, содержащая информационно-образовательный и социокультурный ресурс каждого обучаемого. После окончания обучения в учреждении образования специалисты направляются в организации и на предприятия, являющиеся заказчиками специалистов. По истечении определенного срока работы специалиста заказчик через систему менеджмента качества и администрацию учреждения образования запрашивает или рекомендует изменение ИОП и РГМ с учетом своих потребностей, что дает возможность гибко реагировать на изменения требований современного общества.

Проведение процесса ротации позволяет в определенной степени выяснить способности обучаемого к обучению в той или иной сфере знаний. Результат проведения ротации – это закрепление обучающегося, при условии его желания, в той сфере человеческой деятельности, в которой у него наблюдаются относительно максимальные способности.

Тем самым в процессе образовательного процесса создаются достаточно благоприятные условия для подготовки высококвалифицированного специалиста, что позволит получить максимально желаемый результат в деятельности как самого обучающегося (будущего специалиста), так и коллектива организации, где он будет трудиться.

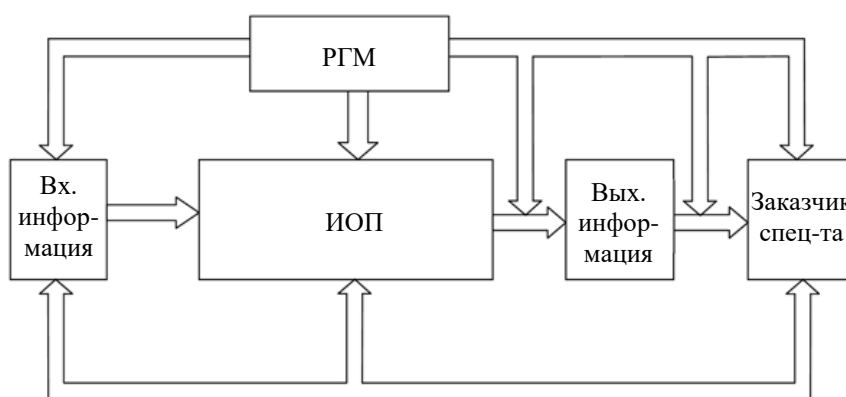


Рис. 2. Структура информационно-образовательной системы

Математические формулировки и обозначения процесса ротации: O – обучающиеся; $Y_1 = \{y_i, i = \overline{1, n}\}, |Y_1| = n$; $Y_2 = \{y'_j, j = \overline{1, m}\}, |Y_2| = m$; ...; $Y_p = \{y^*_l, l = \overline{1, k}\}, |Y_p| = k$ – p -подмножества ребер графа, устанавливающие информационные отношения между O и p -подмножествами изучаемых дисциплин:

$$ИД_1 = \{D_i, i = \overline{1, n}\}, |ИД_1| = n; \quad ИД_2 = \{D'_j, j = \overline{1, m}\}, |ИД_2| = m; \dots;$$

$$ИД_p = \{D^*_l, l = \overline{1, k}\}, |ИД_p| = k.$$

На рис. 3 процесс ротации представлен в виде графовой модели.

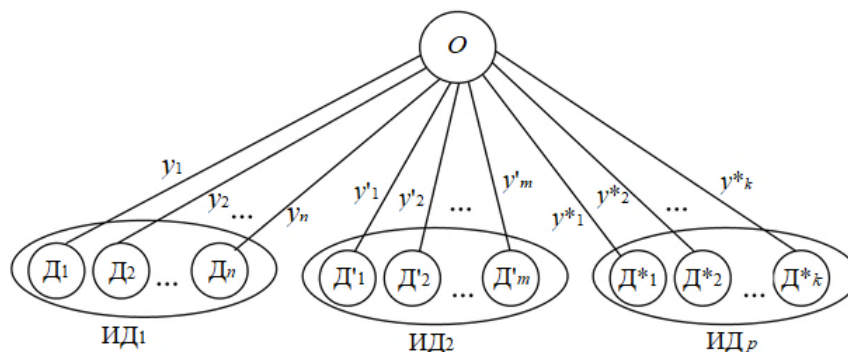


Рис. 3. Графовая модель процесса ротации обучаемых

Процесс ротации обучаемых. Приведем алгоритм процесса ротации:

Шаг 1. Обучаемые изучают последовательно все дисциплины ИД₁.

Шаг 2. Осуществляется тестирование знаний обучаемых по результату выполнения шага 1.

Шаги 3, 4, ..., (p-1), p. Выполняются аналогично предыдущим двум.

Шаг (p + 1). В результате выполнения всех p шагов определяется подмножество ИД _{i} , которое максимально эффективно усвоено обучаемым.

На рис. 4 изображена блок-схема алгоритма ротации обучаемых, определяющая для каждого из них предпочтительную сферу обучения S_e , где e – номер S_e , p – максимальное значение e , УЗО – уровень знаний обучающегося.

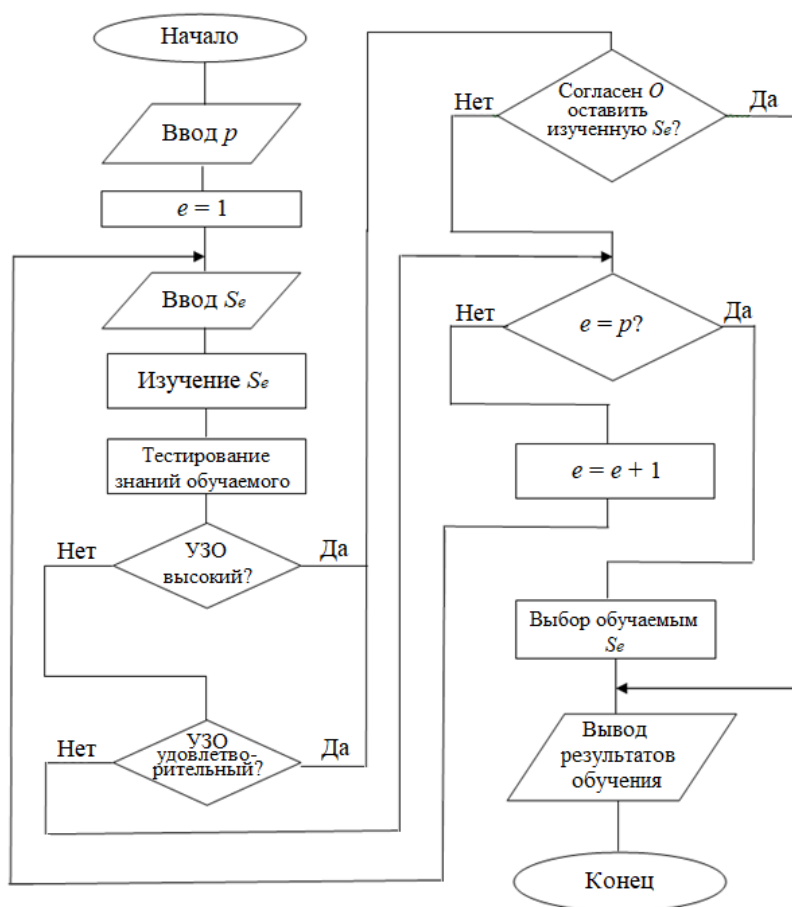


Рис. 4. Блок-схема алгоритма ротации обучаемых

Возможна ситуация, когда ряд дисциплин изучен обучаемым недостаточно. В этом случае можно применить методы парных или групповых перестановок D_j из разных ИД $_i$. Потенциально такие действия могут привести к равномерности уровней усвоения D_j обучающимися O .

Использование описанной выше РГМ позволяет получить в будущем весомый выигрыш в учебной деятельности обучаемого. Для эффективной реализации РГМ необходимо применять современные технологии принятия решений [8, 9], учитывающие различные факторы и образовательные модели, а также использующие новейшие достижения в области современных информационных технологий. Если возникнет задача большой размерности, то ее решение при реализации РГМ потребует применения таких методов, которые легко поддаются алгоритмизации и программному выполнению.

Дерево построения оптимального пути решения задачи. Для оптимального поиска требуемого ИД $_i$ с максимальным усвоением всех D_j , входящих в данные подмножества, предлагается дерево построения оптимального пути решения поставленной задачи (рис. 5).

Реализация экспоненциального алгоритма сложностью $f(p!)$ требует весьма значительного времени. С помощью полиномиального алгоритма поставленная задача определения максимально усвоенного D_j решается значительно быстрее. Оптимальный путь на рис. 5 показан в виде последовательности дуг дерева построения (стрелок), содержащих максимально усвоенные D_j (по одной или, возможно, нескольким максимально усвоенным обучаемым D_i в каждом ИД $_i$). Здесь $F_d, d = \overline{1, p}$, – целевые функции, определяющие одну или несколько максимально усвоенных D_j в каждом ИД $_i$; $O_{дс}$ – оценки результата тестирования знаний обучающегося; $O_{д2}, O_{д(m-1)}, \dots, O_{д*k}$ – максимальные оценки, полученные обучаемым по результатам тестирования.

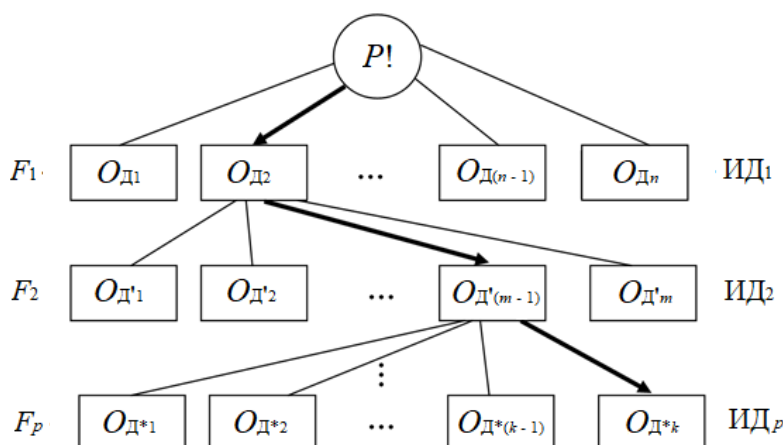


Рис. 5. Дерево построения оптимального пути решения задачи определения ИД $_i$ с максимально усвоенными D_j ($\max D_j$)

Программно-алгоритмическая реализация ротационно-гибридной модели. По предложенным моделям и алгоритмам было разработано универсальное ЭСО, позволяющее реализовывать образовательный процесс как в традиционной, так и в дистанционной формах. Ресурс имеет четыре уровня доступа: администратора ресурса, преподавателей, обучаемых (студентов) и администрации (деканата).

Уровень доступа администратора позволяет управлять всем ресурсом, за исключением контента обучения: настройки прав доступа, верификации доступа, управления потоками обучаемых и назначения изучаемых дисциплин.

Уровень доступа преподавателей позволяет использовать конструктор дисциплин (добавлять преподаваемые дисциплины и наполнять их необходимым учебным контентом, добавлять, редактировать и проверять тесты), отслеживать результаты успеваемости студентов, вести с ними онлайн-консультации, размещать объявления.

Обучаемые имеют доступ к изучаемым дисциплинам и материалам по ним, могут проходить тестирование, задавать вопросы преподавателям в онлайн-чате, читать размещенные объявления.

Пользователи уровня администрации (деканата) имеют возможность отслеживать успеваемость обучаемых, размещать необходимую информацию в виде объявлений и общаться с обучаемыми.

С методической точки зрения процесс изучения дисциплин построен по модульному принципу. Обучаемый изучает каждую дисциплину последовательно модуль за модулем. После изучения модуля обучаемому предлагается пройти контрольное тестирование. В случае его успешного прохождения обучаемый может приступить к изучению следующего модуля дисциплины (рис. 6).

После изучения всех модулей дисциплины обучаемый проходит по ним итоговый тест. Для выполнения самоконтроля обучаемого перед прохождением контрольных тестов по модулям и итогового теста реализована возможность прохождения пробного теста.

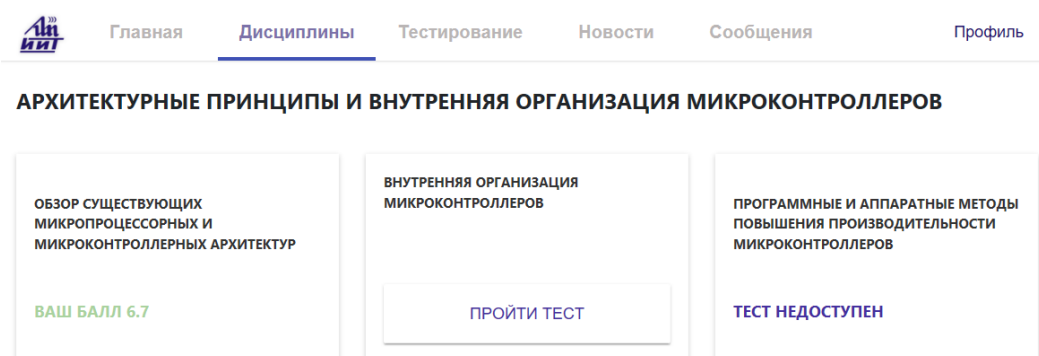


Рис. 6. Модульная организация изучения дисциплины

Разработанный ресурс имеет современный лаконичный и эргономичный дизайн. Преподаватели самостоятельно могут добавлять и редактировать дисциплины, модули в них, обучающий контент модулей, контрольные и пробные тесты по каждому модулю, а также итоговый тест по дисциплине. Учебный материал в соответствии с разработанной моделью может быть представлен в любом виде: от текстово-графического представления до видеофайлов и файлов для скачивания.

Предусмотрено добавление закрытых и открытых тестов. При добавлении закрытого теста преподавателю необходимо отметить правильные варианты ответа. Как для открытого, так и для закрытого тестов преподаватель должен установить минимальный проходной балл, при наборе которого тест считается успешно выполненным. После прохождения закрытого теста обучаемому доступен его результат с отображением вопросов, на которые были даны верные и неверные ответы (рис. 7) для анализа и принятия дальнейшего решения.

Ваш балл 6.7

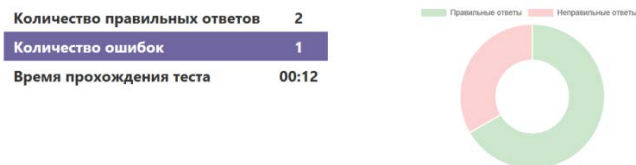


Рис. 7. Результат прохождения закрытого теста

Ответы обучаемого на задания открытого текста отображаются в личном кабинете преподавателя для проверки их правильности. После проверки теста преподавателем результат прохождения теста отображается в личном кабинете обучаемого. Преподавателю, обучаемым и администрации доступна статистика прохождения тестов по конкретному модулю дисциплины по каждому обучаемому. Статистика включает время прохождения теста, количество попыток прохождения теста, количество верных и неверных ответов и минимальный проходной балл.

Заключение. В результате проведенных исследований была представлена графовая модель процесса ротации обучающегося и разработан алгоритм реализации графовой модели процесса ротации, предложена соответствующая модели структура информационно-образовательной системы. Для определения оптимального состава изучаемых дисциплин каждому обучающемуся рекомендуется использовать разумное сочетание современных образовательных, инновационных и информационно-коммуникационных технологий, образующих РГМ.

Предложена древовидная модель с построением минимального пути для оптимального определения максимального усвоения дисциплин обучающимся в каждом их наборе и формирования наиболее приемлемого подмножества изучаемых дисциплин. Представленная РГМ реализована в виде универсального ЭСО, позволяющего осуществлять образовательный процесс, в том числе в дистанционной форме.

В настоящей работе рассмотрен новый подход, заключающийся в создании и использовании РГМ, базирующейся на существующих технологиях. Эффективность этих технологий доказана практикой образовательного процесса. Имеются потенциальные возможности совершенствования полученных результатов с учетом тенденций развития современного общества. РГМ в составе ЭСО внедрена в образовательный процесс на кафедре информационных систем и технологий Института информационных технологий Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники.

Список использованных источников

1. Беляева, О. А. Педагогические технологии в профессиональной школе : учеб.-метод. пособие / О. А. Беляева. – 5-е изд. – Минск : РИПО, 2013. – 60 с.
2. Ильин, М. В. Изучаем педагогику : учеб. пособие / М. В. Ильин. – Минск : РИПО, 2002. – 126 с.
3. Калицкий, Э. М. Разработка средств контроля учебной деятельности : метод. рекомендации / Э. М. Калицкий, М. В. Ильин, Н. Н. Сикорская. – Минск : РИПО, 2016. – 52 с.
4. Селевко, Г. К. Педагогические технологии на основе дидактического и методического усовершенствования учебно-воспитательного процесса / Г. К. Селевко. – М. : Народное образование, 2005. – 288 с.
5. Шамова, Т. И. Управление образовательным процессом в адаптивной школе / Т. И. Шамова, Т. М. Давыденко. – М. : Центр «Педагогический поиск», 2001. – 384 с.
6. Скудняков, Ю. А. Формально-логическое обеспечение компьютеризации современного процесса обучения / Ю. А. Скудняков // Высшее техническое образование: проблемы и пути развития : материалы VI Междунар. науч.-метод. конф., Минск, 28–29 нояб. 2012 г. – Минск : БГУИР, 2012. – С. 281–282.
7. Скудняков, Ю. А. Современные формы образовательного процесса / Ю. А. Скудняков, Н. Н. Гурский // Информационные технологии в технических и социально-экономических системах : материалы науч.-техн. конф., Минск, 22 апр. 2015 г. – Минск : РИВШ, 2015. – С. 71–76.
8. Фатхутдинов, Р. А. Управленческие решения : учеб. / Р. А. Фатхутдинов. – М. : Инфра-М, 2007. – 352 с.
9. Скудняков, Ю. А. Выбор информационного ресурса и оценка качества его изучения в системе дистанционного обучения / Ю. А. Скудняков, А. Г. Савенко, А. В. Матвеев // Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века : материалы X Междунар. науч.-метод. конф., Минск, 7–8 дек. 2017 г. – Минск : БГУИР, 2017. – С. 83.

References

1. Belyaeva O. A. *Pedagogicheskie tehnologii v professionalnoj shkole. Pedagogical Technologies in a Vocational School.* Minsk, Respublikanskij institut professional'nogo obrazovanija, 2013, 60 p. (in Russian).
2. Il'in M. V. *Izuchaem pedagogiku. Studying Pedagogy.* Minsk, Respublikanskij institut professional'nogo obrazovanija, 2002, 126 p. (in Russian).

3. Kalitskij E. M., Il'in M. V., Sikorskaya N. N. Razrabotka sredstv kontrolya uchebnoj deyatel'nosti. *Development of monitoring tools for educational activities*. Minsk, Respublikanskij institut professional'nogo obrazovaniya, 2016, 52 p. (in Russian).
4. Selevko G. K. Pedagogicheskie tehnologii na osnove didakticheskogo i metodicheskogo usovershenstvovaniya uchebno-vospitatel'nogo protsessa. *Pedagogical Technologies Based on Didactic and Methodological Improvement of the Educational Process*. Moscow, Narodnoe obrazovanie, 2005, 288 p. (in Russian).
5. Shamova T. I., Davydenko T. M. Upravlenie obrazovatel'nym protsessom v adaptivnoj shkole. *Management of the Educational Process in an Adaptive School*. Moscow, Tsentr "Pedagogicheskij poisk", 2001, 384 p. (in Russian).
6. Skudnyakov Yu. A. Formal'no-logicheskoe obespechenie komp'uterizatsii sovremennogo protsessa obucheniya [Formal and logical support of computerization of the modern learning process]. Vyshee tehnikeskoe obrazovanie: problem i puti razvitiya : materialy VI Mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoy konferentsii, Minsk, 28–29 nojabrja 2012 g. [*Engineering Education: Challenges and Developments: Materials of the VI International Scientific and Methodological Conference, Minsk, 28–29 November 2012*]. Minsk, Belorusskij gosudarstvennyj universitet informatiki i radioelektroniki, 2012, pp. 281–282 (in Russian).
7. Skudnyakov Yu. A., Gurskij N. N. Sovremennye formy obrazovatel'nogo protsessa [Modern forms of the educational process]. Informatsionnye tehnologii v tehnikeskikh i sotsial'no-ekonomicheskikh sistemah : materialy nauchno-tehnicheskoy konferentsii, Minsk, 22 aprelja 2015 g. [*Information Technologies in Technical and Socio-Economic Systems: Materials of the Scientific and Technical Conference, Minsk, 22 April 2015*]. Minsk, Respublikanskij institut vysshej shkoly, 2015, pp. 71–76 (in Russian).
8. Fathutdinov R. A. Upravlencheskie resheniya. *Management Decisions*. Moscow, Infra-M, 2007, 352 p. (in Russian).
9. Skudnyakov Yu. A., Savenko A. G., Matveev A. V. Vybor informatsionnogo resursa i otsenka kachestva ego izucheniya v sisteme distantsionnogo obucheniya [Choosing an information resource and assessing the quality of its study in the distance learning system]. Distantsionnoe obuchenie – obrazovatel'naya sreda XXI veka : materialy X Mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoy konferentsii, Minsk, 7–8 dekabrja 2017 g. [*Distance Learning – Educational Environment of the XXI Century: Materials of the X International Scientific and Methodological Conference, Minsk, 7–8 December 2017*]. Minsk, Belorusskij gosudarstvennyj universitet informatiki i radioelektroniki, 2017, p. 83 (in Russian).

Информация об авторах

Савенко Андрей Геннадьевич, аспирант, старший преподаватель кафедры информационных систем и технологий, факультет компьютерных технологий, Институт информационных технологий Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники.
E-mail: savenko@bsuir.by

Скудняков Юрий Александрович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информационных систем и технологий, факультет компьютерных технологий, Институт информационных технологий Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники.
E-mail: juri_alex@tut.by

Information about the authors

Andrei G. Savenko, Postgraduate Student, Senior Lecturer, Department of Information Systems and Technologies, Faculty of Computer Technologies, Institute of Information Technologies of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics.
E-mail: savenko@bsuir.by

Yuri A. Skudnyakov, Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Information Systems and Technologies, Faculty of Computer Technologies, Institute of Information Technologies of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics.
E-mail: juri_alex@tut.by