

## КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ: ПРЕДПОСЫЛКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

**С.М. Абдуллаев, О.Ю. Ленская, Я.К. Салал**

*Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия*

В статье обсуждаются перспективы компьютерных систем индивидуального обучения, как вызов падению качества традиционного образования. Для этого нами: 1) описаны социально-экономические условия деградации естественнонаучного и технического образования; 2) приведен пример спектра индивидуальных особенностей студентов, не отраженных при формальной оценке результатов обучения; 3) обсуждаются результаты успешного педагогического эксперимента по сочетанию индивидуального и проектного обучения, когда учет индивидуальных особенностей дает возможность самоадаптации проектной группы; 4) показано, что внедрение индивидуальных подходов возможно на основе адаптивных мультиагентных систем электронного обучения, но требует детальной разработки модели ученика, модели его виртуального педагога и взаимодействия между этими агентами.

*Ключевые слова: принципы образования, индивидуализация обучения, педагогические роли, адаптивные мультиагентные системы электронного обучения.*

### **Объект, задачи и структура работы.**

Четыре главных принципа образования – «учиться познавать», «учиться делать», «учиться быть», «учиться жить вместе» сформулированные комиссией ЮНЕСКО «Образование 21-го века» [12] в конце прошлого века остаются актуальными. Они отражают то, что основой современного общества является система образования, где каждому индивидууму доступно множество различных способов получения знаний. При этом в [12] подчеркивается, что все формы обучения должны сочетать «как безусловную власть учителя, так и его диалог с учеником». Одной из форм такого обучения может стать компьютерная система индивидуального обучения (КСИО) – объект представляемой работы. В задачи работы входит обоснование роли КСИО, как элемента внутрисистемной индивидуализации образования, и перспектив разработки КСИО на базе современных адаптивных систем электронного обучения. В работе выделено три раздела. В разделе 1 изложены предпосылки к внедрению КСИО в России, в том числе демонстрируется, что выполнение общественных функций образования невозможно в рамках традиционных форм учебного процесса. Вывод, что КСИО должна стать важным элементом образования, поддерживается разделом 2. Здесь демонстрируется широкий спектр индивидуальных особенностей студента в современных учебных группах и поднят

вопрос о системной индивидуализации обучения с изменением роли преподавателя в учебном процессе. В разделе 3 обсуждается разработка КСИО на основе мультиагентных адаптивных систем электронного обучения.

**1. Проблемы традиционной системы образования.** В практическом плане принципы, упомянутые в начале статьи, реализуются через общественные функции (задачи) образования. Все государственные системы образования традиционно направлены на *экономическую отдачу* – квалифицированная рабочая сила создает преимущество нации в глобальной конкуренции. Так, в [17] обосновано, что окупаемость инвестиций в образование на пятый год составляет до 20 (10) % в странах с низким и средним (высоким) доходом населения. Образование также несет *социальную* функцию – интеграцию различных слоев населения и их мобилизацию на соподчиненные функции: *политическую*, отвечающую за развитие гражданской позиции – фундаментальной опоры демократии, и *культурную* функцию – раскрытие творческих способностей с опорой на эстетические, национальные, религиозные и другие традиции.

Выполнение общественных функций российского образования характеризуется: 1) средним уровнем знаний абитуриентов; 2) падением интереса к научно-технической деятельности; 3) перегруженностью ведущих вузов и 4) недофинансированием высшего образова-

ния. Первое положение подтверждается данными Организации экономического сотрудничества и развития [16], которая в 2015 году осуществила «Programme for International Students Assessment (PISA)» – компьютерное тестирование знаний 15-летних учащихся из 72 стран мира. С большим отрывом в естественных науках лидирует молодежь Сингапура, за ней следуют дети Японии, Эстонии, Финляндии и Канады. Около четверти школьников крупных китайских городов получили максимальные баллы по математике, демонстрируя навыки математической формулировки сложных задач и символической записи их условий. Знания и умения россиян оказались немного выше среднего 36-го места в чтении, средними в математике и ниже среднего в естествознании. Второе положение отчетливо демонстрирует отношение общества к научно-технической деятельности, выраженное в предпочтениях абитуриентов 2016 года [1]. В этот год изучать естественнонаучные и математические дисциплины решило всего 50 тысяч человек, тогда как на факультеты экономики и управления (юриспруденции) пришло в 5 (3) раз больше! Очевидно, что при таком «народном выборе» любые попытки поднятия интереса к науке через приоритетные стипендии либо другие субсидии, без реального ощущения престижности научной деятельности малопродуктивны. Третье положение иллюстрирует почти двойная перегрузка российских вузов. Так, в 2014–2016 годах на каждые 10 000 населения приходилось 400 студентов – это в 2 раза больше, чем в 1980-х [1, 6]. В то же время в 530 государственных вузах в 2016 году училось 85 % всех студентов, при этом число вузов за четверть века изменилось незначительно – в 1990 году их было 514. Вышеприведенные оценки и другие данные показывают, что аудиторная нагрузка на российских преподавателей за 20 лет выросла на 200–250 %, а с учетом роста численности студенческих групп на 300–350 %, что в 3–5 раз превышает нагрузку зарубежных коллег [10]. При этом (четвертое положение) Российская Федерация в 2016 году тратила на одного своего студента около 3000 долларов [1], что в 2,5 раза меньше, чем в Италии, Малайзии, Эстонии, Японии и в 5 раз меньше, чем в Сингапуре, Гонконге, США, Финляндии и Швеции – лидерах рейтинга PISA [16].

Таким образом, России необходимо решить непростую задачу: как при скромных

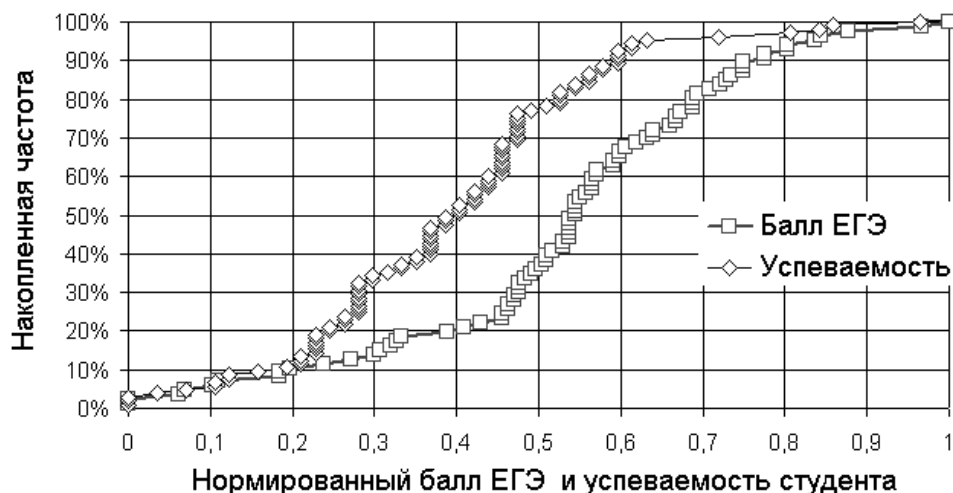
средствах и перегруженности школ и вузов достичь доступности и высокого качества образования. Описанные болезни систем образования наблюдаются во многих странах. Так, система образования Ирака испытывает все болезни, присущие российскому образованию, но из-за двух десятилетий внутренних и внешних вооруженных конфликтов и оккупации – в особо тяжелой форме [19]. Здесь уместно вновь коснуться вопроса окупаемости госинвестиций в высшее образование [17]. Она практически не зависит от уровня экономического развития страны и составляет всего 10–11 %, что также препятствует быстрому возрождению престижа естественнонаучных и технических специальностей, требующих больших инфраструктурных инвестиций. В этом смысле развитие предметных компьютерных систем индивидуального обучения могло бы компенсировать издержки образования и дать важный социально-экономический эффект.

**2. Задачи и опыт системной индивидуализации обучения.** Очевидно, что идеальный процесс обучения должен опираться на индивидуальную особенность студента (ИО) – комплексный результат собственных когнитивных способностей студента, психофизиологических факторов, социально-экономических и других условий.

*Спектр индивидуальных особенностей.* ИО проявляется в ходе процесса обучения, отражается в формальных оценках – например, в баллах единого государственного экзамена (ЕГЭ), но полностью ими не измерима. Это утверждение можно продемонстрировать кумулятивными распределениями приведенных баллов ЕГЭ (математика, русский язык и информатика) и их относительной успеваемости по математическому анализу в первом семестре (см. рисунок). Приведенный (нормированный) балл ЕГЭ  $E_n^j$  рассчитывался, как отношение разности между «сырым» баллом  $E^j$  ученика и минимальным баллом в группе  $E_{\min} = 149$  к разности между максимальным  $E_{\max} = 296$  и  $E_{\min}$ :

$$E_n^j = \frac{E^j - E_{\min}}{E_{\max} - E_{\min}}.$$

Таким образом, приведенный балл изменялся в диапазоне от 0 до 1. Аналогичным образом были шкалированы результаты успеваемости студентов по математическому анализу. Здесь входным параметром была сум-



Кривые накопленных частот нормированного ЕГЭ 105 первокурсников информационных технологий и их успеваемость по дисциплине «Математический анализ» (первый семестр, 2015 год).

марная успеваемость студентов по 5 модулям дисциплины с максимальным баллом 57 и минимальным значением 0 баллов.

Сравнивая накопленные частоты ЕГЭ и успеваемости студентов, нетрудно заметить, что около 60 % контингента поступивших абитуриентов имело нормированный балл ЕГЭ выше 0,5 единиц, что соответствует 223 «сырым» баллам – одному самых высоких проходных баллов в университете! Однако только 20 % первокурсников имело успеваемость по математике выше 0,5 единиц. Кривая успеваемости так же предполагает, что успехи 20 % студентов сосредоточились в узком интервале от 0,45 до 0,5 долей от максимального достижения. В процессе преподавания замечено, что юноши и девушки этого интервала успеваемости были мотивированы к получению высоких результатов (дисциплинированы, выполняли практически все домашние задания), но, тем не менее, с трудом решали контрольные задания средней сложности. Данный пример демонстрирует, что широкий спектр ИО наблюдается не столько из-за приема абитуриентов на коммерческой основе обычно с более низкими показателями ЕГЭ, сколько из-за того, что студенты бюджетной основы, имевшие хорошие результаты в средней школе, в университете демонстрировали слабые математические способности. Очевидно, что в такой ситуации, когда внутри одной группы студентов наблюдается исключительно широкий спектр ИО, индивидуализации обучения нет альтернативы, и, как минимум, для каждой категории студентов педа-

гог должен применять различные образовательные алгоритмы [3].

*Опыт успешной индивидуализации обучения* [5] проходил в ситуации, когда различие ИО в группах из 20–30 студентов было столь разительным, что исключало традиционные подходы. Поэтому нами был внедрен подход взаимосогласованной учебной триады: Лекция – Практика – Самостоятельная работа (ЛПС). Процесс обучения заключался в следующем: сразу же после проведения общей лекции (Л), тот же преподаватель (лектор) проводил практическое занятие. Особенность практики (П) была в том, что группе из 30–60 студентов предлагалось несколько сравнительно однотипных заданий (проектов), которые могли быть функционально разделены на подзадачи различной степени сложности. Задание студенты выполняли в самоопределяющихся добровольно созданных ассоциациях из 4–6 человек. Оценка ставилась всей ассоциации (проектной группе). Поэтому в каждой ассоциации обычно происходило распределение ролей в зависимости от сложности подзадач. Работа над подзадачами продолжалась во внеаудиторное время, но здесь оценка самостоятельной работы (С) каждого студента уже была индивидуальной. Это позволяло на каждом цикле из 2–3 триад ЛПС выводить отдельных учеников, успешно решавших сложные подзадачи, на индивидуальные траектории, мотивируя их «научную деятельность», прямо или косвенно касающуюся преподаваемого предмета. Эти студенты общались с преподавателем по электрон-

ной почте, либо приходили на беседу во вне-аудиторное время. В результате подхода ко второй трети семестра на индивидуальное обучение переходило до половины учащихся. Оставшийся в системе ЛПС контингент имел более узкий спектр ИО. Это был трудоемкий, но благодарный эксперимент, позволивший настолько «гальванизировать» научную деятельность студентов так, что к окончанию 4–5 курса почти четверть из них отметились публикациями в журналах из списка ВАК! А остальные имели опыт выступления на конференциях, твердые практические навыки по всем предметам и умение коллективно решать сложные задачи.

Этот опыт показывает, что системная индивидуализация обучения может произойти естественным образом при условии, что преподаватель балансирует собственные педагогические роли: он и наставник, и проводник, и учитель, и мыслитель [3]. В обычной практике университета это потребует увеличения числа преподавателей – многие из нас не способны исполнять различные педагогические роли одновременно. Увеличение нагрузки на преподавателя противоречит системной индивидуализации обучения. Элитное обучение, когда из студенческой среды, искусственно выводятся её потенциальные лидеры, также противоречит системному обучению. В приведенном выше примере [5] некоторые студенты, выведенные на индивидуальную траекторию, продолжали посещать циклы ЛПС, помогая своим коллегам. Это помимо многих положительных эффектов, преобразовало некоторых из них в ядра самоорганизации всего коллектива.

**3. Адаптивные системы электронного обучения.** Очевидно, что разработка компьютерной системы индивидуализации обучения (КСИО) является актуальной научной задачей. Возможны различные структуры КСИО, как адаптивного электронного обучающего ресурса [2, 4, 7–9, 11, 13–15, 18]. Например, в [2] выделяется модель студента, модель предметной области и модель адаптации учебного контента к индивидуальным возможностям студента. В модель студента предлагается включить две группы параметров. Одни отражают прогресс курса, могут изменяться в короткие временные промежутки в процессе освоения дисциплины и служат для управления интенсивностью образовательного процесса [2] в КСИО. Другие параметры исполь-

зуются для подбора содержания электронного ресурса и отражают результаты освоения материалов дисциплины и предпочтения пользователя по способу восприятия информации. Количество агентов может быть увеличено. Так, в [11] выделяют четыре агента, которых мы по роду их действий определили следующим образом. «Наставник» – это агент, который взаимодействует со студентом, немедленно реагирует на ответы и поведение конкретного студента, помогая и направляя его в изучении курса. «Лектор» – агент, ответственный за автоматическое создание и обновление содержимого курса. «Практик» отвечает за решение проблем и упражнений курса. «Контролер» оценивает и обновляет профиль (модель) студента.

Очевидно, что возможны различные механизмы диагностики текущих знаний, оценки прогресса студента и адаптации учебного контента [4, 8–9, 11]. В [8] рассмотрена возможность формализации в обучающих системах объектов типа «алгоритмическая задача», которые могут оценивать решение сложных логических задач. В [4] предполагается, что эффективность обучения повышается, если оно осуществляется в зоне ближайшего развития студента. Принцип доступности обучения и индивидуализация достигается за счет генерации адаптивных тестовых заданий, основанных на определении степени близости логитов трудности каждого тестового задания и логита подготовленности обучающегося – количественного отражения его зоны ближайшего развития. Несколько более сложны модели адаптивной навигации в системах [9, 11], требующих разработки алгоритма автоматизированного контроля уровня знаний. В [9] на входе алгоритма задается априорная вероятность некоторого объема знаний обучаемых, а также массив условных вероятностей, полученных после пробного тестирования. Выходом алгоритма является множество вершин с вопросами, на которые обучаемые знают и не знают ответы. Система [9], очевидно, рассчитана на предварительную сепарацию и сопровождение большого количества студентов. В [11] для этого используются обучаемые нейронные сети, классифицирующие студентов на основе параметров нечеткой логики, отражающих знания и поведение студента. Обобщение [13] исследований по анализу образовательных данных (educational data mining), предлагает, что в КСИО требу-

ются пять умных агентов: агент, оценивающий профиль студента; агент, создающий модель обучающегося; агента – выбор педагогической стратегии; агент, подбирающий оптимальный набор индивидуальных учебных единиц и последовательность обучения; агент, анализирующий ход и среду обучения. В [14] предложена иерархическая структура КСИО из 7 агентов, когда на верхнем уровне взаимодействуют три агента: персональный агент студента, его учителя и руководителя курса, а на нижних этажах КСИО работают агенты профиля, оценок, тестирования и упражнений. Для дальнейшего изучения структуры и механизмов адаптивных мультиагентных систем мы отсылаем читателя к обзорам [7, 13, 15, 18]. Эти обзоры показывают, что такие системы концептуально ориентированы на индивидуализацию процесса обучения через адаптацию дидактического материала при минимальном участии реального преподавателя. На наш взгляд, недостатком этих прообразов КСИО является неразработанность информационной и алгоритмических моделей реального и виртуального обучающегося и его виртуального учителя, в том числе описания способов взаимодействия этих и других агентов в жизненном цикле всей образовательной системы.

**Заключение.** В настоящей работе мы коснулись ряда вопросов, касающихся компьютерных систем индивидуального обучения (КСИО). Во-первых, мы показали, что вопреки тенденциям на увеличение численности студенческих групп и снижению ассигнований на образование, необходима индивидуализация обучения. Редкие педагогические примеры показывают, что это возможно даже в таких условиях. Но это требует определенной свободы преподавателя, и, по существу, меняет сложившуюся систему взаимоотношений в вузе. С другой стороны, КСИО могут взять на себя значительную часть нагрузки, высвободив время преподавателя для более сложных педагогических процессов. В противном случае, как показывает анализ, ухудшение системы образования будет продолжаться. Во-вторых, очевидно, что существующие системы электронного обучения пока не настроены на детальный анализ индивидуальных особенностей студента и его отношений с профессиональным наставником. В таких системах уделяется внимание лишь формальной способности студента усваивать материал, и в соответствии с этим предлагать

ему следующую дидактическую единицу, ускорять или замедлять темп учебы и т. п. Индивидуальные особенности студента, обозначающие в том числе, и подбор подходящего учителя и его стратегий, сравнительно недавно попали в поле зрения разработчиков таких систем. Эти дискуссионные вопросы, в том числе подходы к индивидуализации обучения в сфере информационных технологий и прогнозу его качества мы рассмотрим в следующих работах.

### Литература

1. Бородина, Д.Р. *Образование в цифрах: 2017: краткий стат. сб.* / Д.Р. Бородина, Л.М. Гохберг, О.Б. Жихарева. – М.: НИУ ВШЭ, 2017. – 80 с.
2. Вайнштейн, Ю.В. *Персонализация образовательного процесса в электронной среде* / Ю.В. Вайнштейн, Р.В. Есин // *Электронное обучение в непрерывном образовании.* – 2017. – № 1 (4). – С. 54–59.
3. Ильин, Е.П. *Психология для педагогов* / Е.П. Ильин. – СПб.: Питер, 2012. – 640 с.
4. Искандерова, А.Б. *Адаптивное тестирование как элемент концептуальной модели адаптивного обучения бакалавров в техническом вузе* / А.Б. Искандерова // *Вестник ИжГТУ.* – 2008. – № 1. – С. 120–124.
5. Ленская, О.Ю. *О проблемах подготовки специалистов в области экологии и природопользования в государственном университете* / О.Ю. Ленская // *Экологическая политика в обеспечении устойчивого развития Челябинской области.* – Челябинск, 2005. – С. 76–80.
6. *Образовательные организации высшего образования.* – [http://www.gks.ru/free\\_doc/new\\_site/population/obraz/vp-obr1.htm](http://www.gks.ru/free_doc/new_site/population/obraz/vp-obr1.htm) (дата обращения: 28.05.2018).
7. Силкина, Н.С. *Обзор адаптивных моделей электронного обучения* / Н.С. Силкина, Л.Б. Соколинский // *Вестник ЮУрГУ. Серия «Вычислительная математика и информатика».* – 2016. – Т. 5. – № 4. – С. 61–76.
8. Спиридонов, Р.С. *Архитектура приложения для поддержки различных типов алгоритмических задач и их автоматизированной проверки в системах электронного обучения* / Р.С. Спиридонов // *Известия ЮФУ. Технические науки.* – 2016. – № 3 (176). – С. 87–96.
9. Стебеняева, Т.В. *Применение инструментария многоуровневых адаптивных ЭОР*

в моделях сценариев личностно-ориентированного обучения с адаптивной навигацией / Т.В. Стебеньева, Т.С. Ларина // Проблемы и перспективы развития образования в России. – 2015. – № 32. – С. 113–119.

10. Стенограмма заседания Совета по науке и образованию при Президенте РФ, состоявшегося 23 июня 2014 года. – [www.kremlin.ru/news/45962](http://www.kremlin.ru/news/45962) (дата обращения: 30.12.2017)

11. *Adaptativity supported by neural networks in Web-based educational systems* / F.A. Dorça, C.R. Lopes, M.A. Fernandes, R.S. Lopes // *Journal of Education, Informatics and Cybernetics*. – 2009. – Vol. 1. – P. 1–8.

12. Delor, J. *Education for tomorrow* / J. Delor // *The UNESCO Courier*. – 1996. – № 4. – P. 6–11.

13. Krikun, I. *Application of educational data mining to create intelligent multi-agent personalised learning system* / I. Krikun // *5th IEEE Workshop on Advances in Information, Electronic and Electrical Engineering (AIEEE)*, IEEE, 24–25 Nov. 2017, Riga, Latvia. – 2017. – P. 1–6.

14. Mahlawat, S. *Intelligent Agents in Learning Environment ABDITS* / S. Mahlawat,

O.P. Rishi, P. Dhyani // *International Journal of Computer Applications* (0975–8887). – 2015. – Vol. 127. – № 12. – P. 17–22.

15. *Nadrljanski, M. Multi-agent systems in e-learning* / M. Nadrljanski, Đ. Vukić, D. Nadrljanski // *41st International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)*. Opatija, Croatia, 21–25 May 2018, IEEE. – 2018. – P. 0990–0995.

16. *PISA 2015 Results in focus* // OECD. – 2016. – 16 p.

17. *Returns to Investment in Education: A Further Update* / G. Psacharopoulos, H.A. Patrinos // *Education Economics*. – 2004. – Vol. 12. – № 2. – P. 111–134.

18. *Soava, G. Optimizing quality of a system based on intelligent agents for e-learning* / G. Soava, C. Sitnikova, D. Danciulescu // *Procedia Economics and Finance*. – 2014. – Vol. 16. – P. 47–55.

19. *The cost and benefits of education in Iraq: An analysis of the education sector and strategies to maximize the benefits of education* // UNICEF. – 2016. – 37 p.

**Абдуллаев Санжар Муталович**, доктор географических наук, профессор кафедры «Системное программирование», Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, [abdullaevsm@susu.ru](mailto:abdullaevsm@susu.ru).

**Ленская Ольга Юрьевна**, кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры «Экология и химическая технология», Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, [lenskaiaoi@susu.ru](mailto:lenskaiaoi@susu.ru).

**Салал Ясс Кхудейр**, аспирант кафедры «Системное программирование», Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, [Yasskhudheirsalal@gmail.com](mailto:Yasskhudheirsalal@gmail.com).

Поступила в редакцию 16 сентября 2018 г.

DOI: 10.14529/ped180408

## COMPUTER SYSTEMS OF INDIVIDUAL INSTRUCTION: BACKGROUND AND PERSPECTIVES

**S.M. Abdullaev**, [abdullaevsm@susu.ru](mailto:abdullaevsm@susu.ru),

**O.Yu. Lenskaya**, [lenskaiaoi@susu.ru](mailto:lenskaiaoi@susu.ru),

**Ya.K. Salal**, [Yasskhudheirsalal@gmail.com](mailto:Yasskhudheirsalal@gmail.com)

South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

This article discusses the background and perspectives of computer system of individual instruction as a tool to correct some problems of traditional education. The authors: 1) described the socio-economic environment leading to education degradation; 2) showed that the range of

individual characteristics of learners could not be reflected by the formal assessment of their academic performance; 3) discussed the results of pedagogical experiment on the usage of individual and project-based learning, where the individual demonstrated the ability to team adaptation. We conclude that computer systems of individual instruction can be developed based on adaptive multiagent e-learning systems, if a detailed design of agents of educator and student, including a model of their interactions are determined.

*Keywords: educational principles, individualization of learning, pedagogical roles, adaptive multiagent e-learning systems.*

### References

1. Borodina D.R., Gokhberg L.M., Zhikhareva O.B. *Obrazovanie v tsifrakh: 2017: kratkiy statisticheskiy sbornik* [Education in Figures: 2017: Short Statistical Book]. Moscow, NIU VShE Publ., 2017. 80 p.
2. Vaynshteyn Yu.V., Esin R.V. [Personalization of the Educational Process in the Electronic Environment]. *E-learning in Lifelong Education*, 2017, no. 1 (4), pp. 54–59. (in Russ.)
3. Il'in E.P. *Psikhologiya dlya pedagogov* [Psychology for Teachers]. St. Petersburg, Piter Publ., 2012. 640 p.
4. Iskanderova A.B. [Adaptive Testing as an Element of the Conceptual Model of Adaptive Training of Bachelors in a Technical University]. *Bulletin of ISTU*, 2008, no. 1, pp. 120–124. (in Russ.)
5. Lenskaya O.Yu. [On the Problems of Training of Specialists in the Field of Ecology and Environmental Management at the State University]. *Ekologicheskaya politika v obespechenii ustoychivogo razvitiya Chelyabinskoy oblasti* [Environmental Policy in the Sustainable Development of the Chelyabinsk Region]. Chelyabinsk, 2005, pp. 76–80. (in Russ.)
6. *Obrazovatel'nye organizatsii vysshego obrazovaniya* [Educational Organizations of Higher Education]. Available at: [http://www.gks.ru/free\\_doc/new\\_site/population/obraz/vp-obr1.htm](http://www.gks.ru/free_doc/new_site/population/obraz/vp-obr1.htm) (accessed 28.05.2018).
7. Silkina N.S., Sokolinskiy L.B. [Survey of Adaptive E-Learning Models]. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Computational Mathematics and Informatics*, 2016, vol. 5, no. 4, pp. 61–76. (in Russ.) DOI: 10.14529/cmse160405
8. Spiridonov R.S. [Application Architecture For Support Of Multiple Question Types And Their Automated Grading In E-Learning System]. *News of SSU. Technical Sciences*, 2016, no. 3 (176), pp. 85–96. (in Russ.)
9. Stebenyaeva T.V., Larina T.S. [The Use of Tools for Multi-Level Adaptive ESM in Models of Scenarios of Student-Centered Learning with Adaptive Navigation]. *Problems and Prospects of Education Development in Russia*, 2015, no. 32, pp. 113–119. (in Russ.)
10. *Stenogramma zasedaniya Soveta po nauke i obrazovaniyu pri Prezidente RF, sostoyavshegosya 23 iyunya 2014 goda* [Transcript of the Meeting of the Council on Science and Education under the President of the Russian Federation, Held on June 23, 2014]. Available at: [www.kremlin.ru/news/45962](http://www.kremlin.ru/news/45962) (accessed 30.12.2017)
11. Dorça F.A., Lopes C.R., Fernandes M.A., Lopes R.S. Adaptativity Supported by Neural Networks in Web-Based Educational Systems. *Journal of Education, Informatics and Cybernetics*, 2009, vol. 1, pp. 1–8.
12. Delor J. Education for Tomorrow. *The UNESCO Courier*, 1996, no. 4, pp. 6–11.
13. Krikun, I. Application of educational data mining to create intelligent multi-agent personalised learning system. *5th IEEE Workshop on Advances in Information, Electronic and Electrical Engineering (AIEEE)*, IEEE, 24–25 Nov. 2017, Riga, Latvia, 2017, pp. 1–6. DOI: 10.1109/AIEEE.2017.8270534
14. Mahlawat S., Rishi O.P., Dhyani P. Intelligent Agents in Learning Environment ABDITS. *International Journal of Computer Applications*, 2015, vol. 127, no. 12, pp. 17–22. DOI: 10.5120/ijca2015906550
15. Nadrljanski M., Vukić Đ., Nadrljanski D. Multi-agent Systems in E-learning. *41st International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)*. Opatija, Croatia, 21–25 May 2018, IEEE, 2018, pp. 0990–0995. DOI: 10.23919/MIPRO.2018.8400181
16. *PISA 2015 Results in focus*. OECD, 2016, 16 p. DOI: 10.1787/9789264266490-en

17. Psacharopoulos G., Patrinos H.A. Returns to Investment in Education: A Further Update. *Education Economics*, 2004, vol. 12, no. 2, pp. 111–134. DOI: 10.1080/0964529042000239140
18. Soava G., Sitnikova C., Danciulescu D. Optimizing Quality of a System Based on Intelligent Agents for E-Learning. *Procedia Economics and Finance*, 2014, vol. 16. pp. 47–55. DOI: 10.1016/S2212-567(14)0073-4
19. *The cost and benefits of education in Iraq: An analysis of the education sector and strategies to maximize the benefits of education*. UNICEF. 2016. 37 p.

*Received 16 September 2018*

---

**ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ**

Абдуллаев, С.М. Компьютерные системы индивидуального обучения: предпосылки и перспективы / С.М. Абдуллаев, О.Ю. Ленская, Я.К. Салал // Вестник ЮУрГУ. Серия «Образование. Педагогические науки». – 2018. – Т. 10, № 4. – С. 64–71. DOI: 10.14529/ped180408

**FOR CITATION**

Abdullaev S.M., Lenskaya O.Yu., Salal Ya.K. Computer Systems of Individual Instruction: Background and Perspectives. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Education. Educational Sciences*. 2018, vol. 10, no. 4, pp. 64–71. (in Russ.) DOI: 10.14529/ped180408

---