



С.А. Федосин



А.В. Савкина



Е.А. Немчинова



Н.В. Макарова

## Возможности интеллектуальной системы Math-Bridge при обучении студентов методам сортировки массивов

Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарёва  
С.А. Федосин, А.В. Савкина, Е.А. Немчинова, Н.В. Макарова

В статье предлагается использование интеллектуальной системы Math-Bridge в качестве инструмента обучения методам сортировки массивов и контроля знаний студентов инженерных направлений.

**Ключевые слова:** Math-Bridge, сортировка, упражнение, метод прямого обмена, алгоритм.

**Key words:** Math-Bridge, sorting, exercise, direct exchange, algorithm.

Одним из наиболее перспективных направлений развития информационных технологий в образовательном процессе является использование обучающих систем. Значительным достижением в этом направлении стала разработка интеллектуальной системы обучения Math-Bridge, позволяющей представлять формулы не привычными нам графическими объектами, а с помощью специального редактора, имеющего широкий спектр возможностей для работы с динамическими объектами [1]. Теоретическую основу для создания подобных систем в 50-х гг. XX века разработали известный психолог Б.Ф. Скиннер и исследователь Н.А. Кроудер. В таких системах должны учитываться не только правильные ответы, но и пути, ведущие к ним [2]. Поэтому особенный интерес представляют интеллектуальные системы, которые для решения задачи предоставляют всевозможные инструменты в виде различных объектов и готовых шаблонов. Как известно, система разрабатывалась специально для обучения пользователей математическим дисциплинам технического и естественнонаучного профиля в рамках проекта MetaMath [3, 4]. Именно в рамках проекта был разработан и опубликован курс «Алгебра и геометрия» [5]. Тем не менее, как показала практика

использования пакета Math-Bridge, с его помощью можно реализовать обучение студентов и по другим направлениям обучения [6].

В рамках данной статьи мы рассмотрим возможности интеллектуальной системы Math-Bridge для обучения и контроля студентов направления «Информатика и вычислительная техника» методам сортировки массивов, изучаемых в курсе «Алгоритмы и структуры данных». Для этого используем особенности создания динамических учебных объектов [7]. В качестве объекта выберем Упражнение (рис. 1). Этот объект можно использовать непосредственно, выстраивая алгоритм обучения с помощью редактора создания учебного материала (рис. 1), а можно воспользоваться одним из шаблонов редактора (рис. 1, 2).

Такой подход является одним из наиболее быстрых и простых способов создания обучающего или тестирующего элемента. Система содержит 6 стандартных шаблонов, которые позволяют создавать упражнения, содержащие одно или два взаимодействия с обучающимся. Типы шаблонов для создания упражнений представлены на рис. 2.

Кроме того, существует возможность создания динамических объектов из от-

Рис. 1. Динамические объекты и редактор создания учебного материала

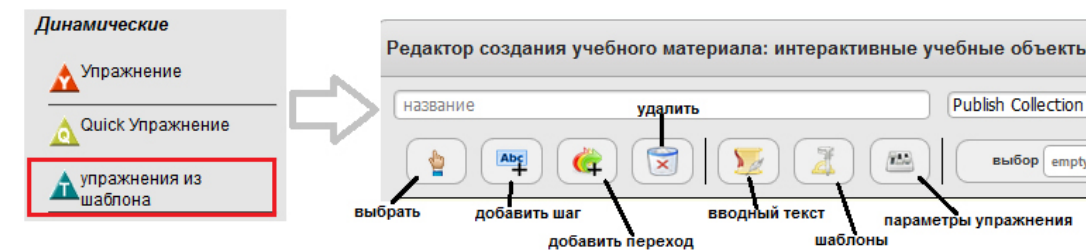
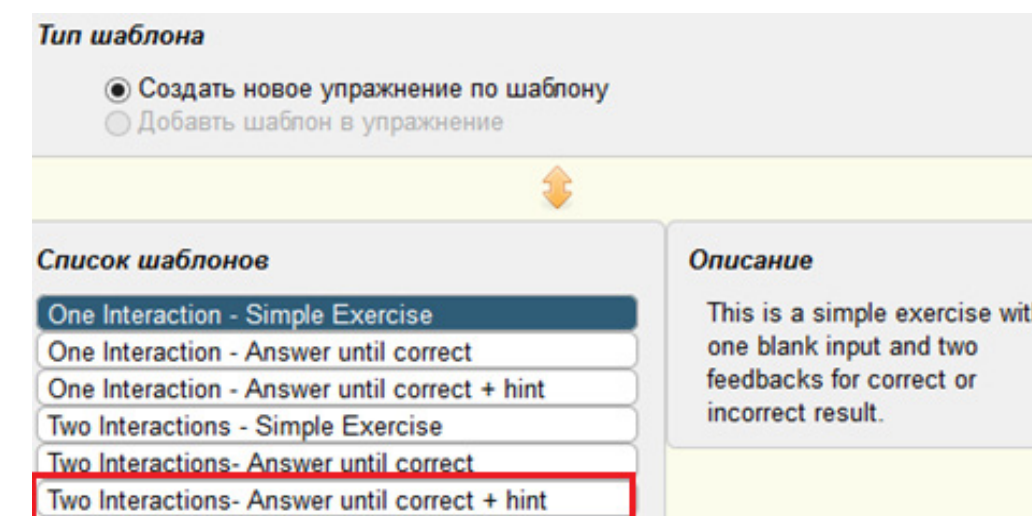


Рис. 2. Типы шаблонов для создания упражнений



дельных блоков, что позволяет реализовать многоуровневые алгоритмы, которые помогут в дальнейшем при формировании наиболее изысканных и сложных алгоритмов обучения студентов в различных областях знаний. Конструирование алгоритма обучения при помощи отдельных блоков и шаблонов позволяет выстроить траекторию прохождения решения трудоемкой задачи по шагам, используя при этом многочисленные подсказки, которые помогают студенту в случае некорректного ответа. Такой подход помогает студенту обогатить знания и закрепить их в процессе обучения с помощью динамических объектов системы Math-Bridge. Подобные методы особенно эффективны при выстраивании траектории обучения

студентов при многочисленных повторяющихся циклах обработки массивов, в частности, применяемых при сортировке их различными методами: сортировка вставкой, выбором, обменом («пузырьковая» сортировка).

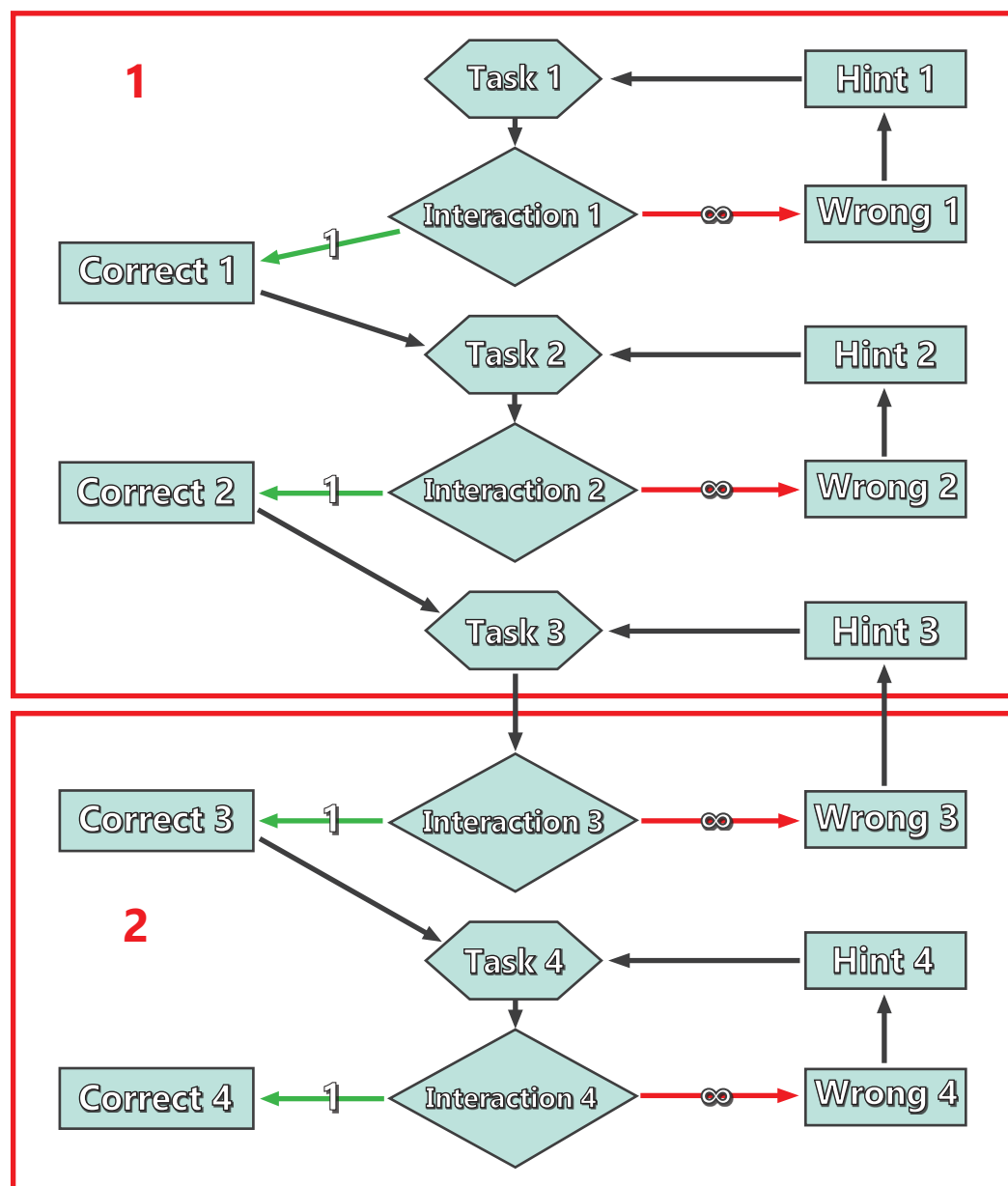
Рассмотрим возможности системы Math-Bridge на примере одного из самых простых методов сортировки – метода прямого обмена. Коротко, суть алгоритма состоит в сравнении двух соседних элементов, и, если их расположение не соответствует заданному условию упорядоченности, то они меняются местами. Далее берутся два следующих соседних элемента и так далее, пока все элементы не будут упорядочены. То есть требуется выстроить такую траекторию обучения,

которая позволит проверять и корректировать знания студента на каждом шаге формирования промежуточных массивов в результате перестановки местами очередной пары элементов до тех пор, пока все элементы не будут выстроены в соответствии с требованиями сортировки, например, в порядке возрастания.

Рассмотрим реализацию траектории обучения с помощью динамического элемента системы Math-Bridge – Упражнения, созданного на основе шаблона «Two Interactions – Answer until correct + hint» (рис. 2) с использованием дополнительных блоков (рис. 3).

Как видно из рис. 3, траектория обу-

Рис. 3. Траектория обучения с помощью шаблона «Two Interactions – Answer until correct + hint» – 1 и дополнительных блоков – 2



чения содержит 4 взаимодействия с обучающимся, представленных блоками Task 1–Task 4, содержащими задания для очередной итерации внешнего цикла сортировки. В блоках Interaction 1–Interaction 4 содержатся 4 варианта ответа, один из которых верно отображает массив после каждого этапа сортировки. В зависимости от выбранного обучающимся ответа происходит переход к дальнейшим блокам.

На рис. 4 представлено меню настройки переходов, где можно выставлять определенное количество баллов за ответ.

Если обучающийся на каждом шаге выбирает верный ответ, в конечном итоге он получает верно отсортированный массив. Переход в этом случае происходит по стрелкам, выделенным зеленым цветом (рис. 3). В случае неверного ответа

система выдает обучающемуся сообщение об ошибке и подсказку – краткие сведения об алгоритме сортировки, и предлагает выбрать правильный вариант ответа (рис. 5).

Таким образом, происходит отработка навыков при изучении алгоритма сортировки способом обмена. Преимуществом данной концепции упражнения является то, что обучающийся может не только посмотреть свои ошибки, но и исправить их, а также предотвратить их повторное появление возвращаясь к необходимым теоретическим материалам, предоставляемым ему системой Math-Bridge в виде подсказок.

Для контроля знаний можно использовать упражнение, которое, в отличие от предыдущего, не будет выдавать подсказки, а лишь контролировать знания

Рис. 4. Окно настройки оценивания на первом этапе прохождения обучения

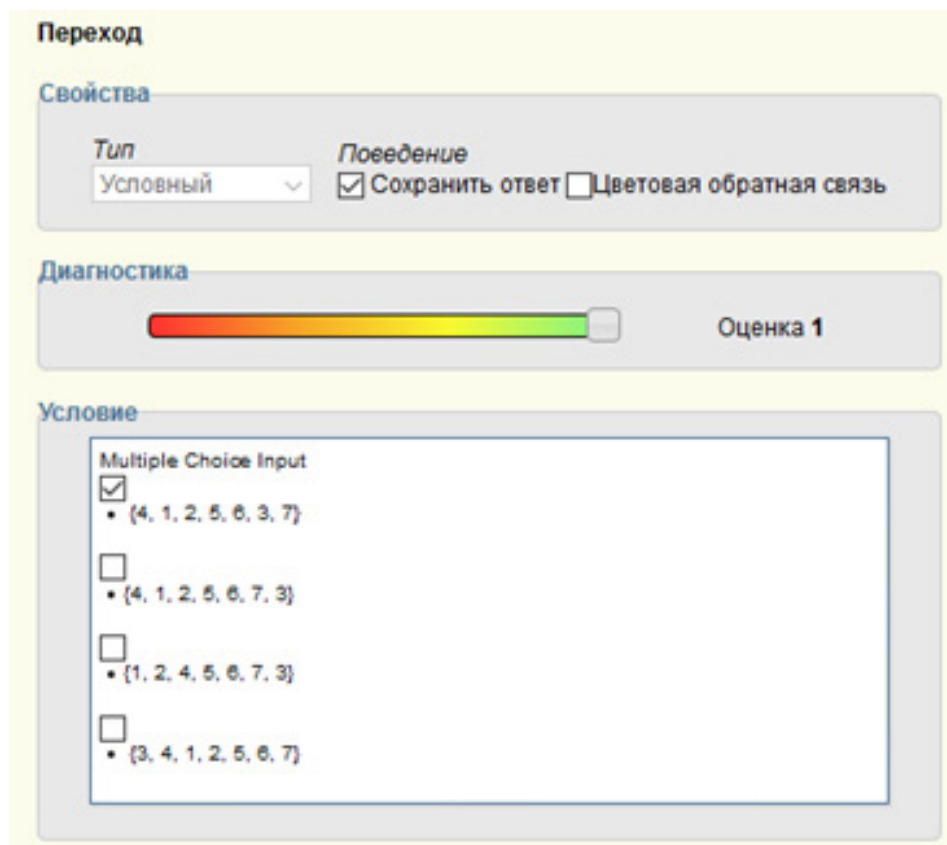


Рис. 5. Сообщение об ошибке и краткие пояснения

Редактор создания учебного материала: интерактивные учебные объекты

Курс Упражнение X

Сортировка Обучение

Вы ошиблись

Алгоритм метода:

- Каждый элемент массива сравнивается с последующим, и, если элемент с индексом [i] больше элемента с индексом [i+1] происходит замена.
- Шаг 1 повторяется n-1 раз, где n – количество элементов массива.

Отсортировать массив  $A = \{4, 5, 1, 2, 6, 7, 3\}$  в порядке от меньшего к большему методом пузырька. Массив после первой итерации цикла сортировки:

- {4, 1, 2, 5, 6, 3, 7}
- {4, 1, 2, 5, 6, 7, 3}
- {1, 2, 4, 5, 6, 7, 3}
- {3, 4, 1, 2, 5, 6, 7}

Оценить Пропустить

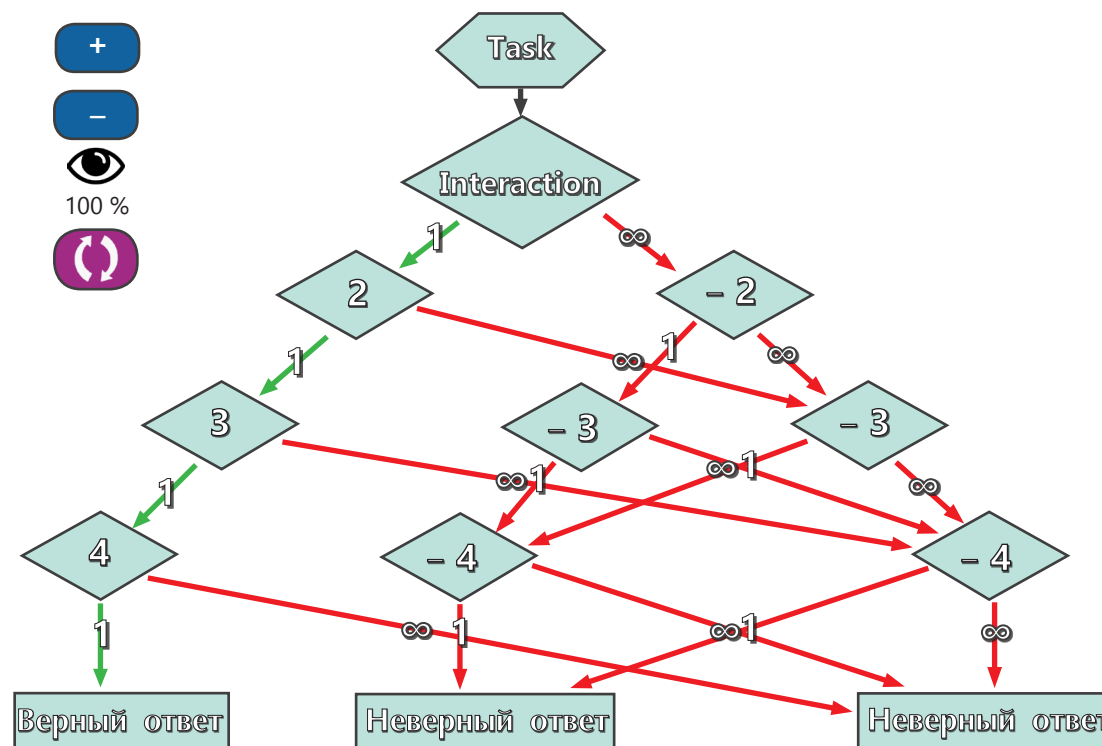
обучающегося и прекратить выполнение задания с сообщением ошибки сразу же после неправильного выбора из набора предложенных массивов.

Схема выстраивания траектории при необходимости контроля знаний студентов представлена на рис. 6. Здесь внешне блоки «2» и «-2» неразличимы, их содержание идентично. Они представляют второй этап сортировки. Различие между ними заключается в том, что блок «2» является звеном цепи верных ответов, а блок «-2» – неверных. Особенностью

системы является отсутствие безусловного перехода к следующему блоку взаимодействия с обучающимся. Поэтому, начиная с блока «3», необходимо дублировать блоки ветви неверных ответов.

Как видно из рис. 6, получить окончательный правильный ответ можно лишь при условии, что на каждом этапе обучающийся выбрал верное решение. В случае, если обучающийся ошибся хотя бы в одном блоке, он переходит в часть алгоритма, где находятся блоки с аналогичным содержанием, но при любом,

Рис. 6. Траектория контроля знаний студентов с помощью блоков



даже правильном, ответе, обратного перехода в ветвь верных ответов не произойдет.

Подводя итог можно отметить, что преимуществом системы Math-Bridge является универсальность. Подобный опыт

может быть распространен на любой вид сортировки массивов различных размеров. Отличаться от данного они будут лишь числом блоков и настройкой их содержания.



## Образовательные технологии инженерного образования: междисциплинарный подход

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики  
А.А. Шехонин, В.А. Тарлыков, А.Ш. Багаутдинова, О.В. Харитонова

**В статье рассматривается вопрос реализации междисциплинарного подхода в инженерном образовании через построение модульных образовательных программ, реализацию сетевых форм обучения, а также использование интерактивных технологий обучения. Подчеркивается, что применение интерактивных технологий в процессе обучения является первым шагом в реализации междисциплинарности на уровне содержания образовательной программы с целью формирования компетенций будущего инженера.**

**Ключевые слова:** междисциплинарность, инженерное образование, интерактивные образовательные технологии, CDIO, кейс-технология, компетентностный подход.

**Key words:** interdisciplinarity, engineering education, interactive educational technologies, CDIO, case studies, competence-based approach.

*Не в количестве знаний заключается образование, а в полном понимании и искусном применении всего того, что знаешь.*

А. Дистерверг

До сих пор в университетах дисциплины продолжают преподаваться дискретно, в отрыве друг от друга. Такой подход дает знания, но не понимание. Получая конкретно научные знания, студенты, по большей части, мало представляют, как и в какой степени, эти знания связаны между собой.

Так называемый монодисциплинарный метод обучения и познания, к которому мы все так привыкли и без которого не представляем себе систему высшего образования в целом, становится все менее эффективным.

Междисциплинарный характер современного познания во многом обусловлен тем, что наука из «дисциплинарной» сферы деятельности превращается в «проблемно-ориентированную».

Сегодня и в будущем, как представляется, успеха смогут добиться только те специалисты, которые научатся понимать взаимозависимость и системность мира и осознавать каждую конкретную науку как

сферу или подсистему, как часть более крупной конечной системы.

Междисциплинарность, в широком смысле, как раз и представляет собой способ расширения научного мировоззрения, заключающийся в рассмотрении того или иного явления, не ограничиваясь рамками какой-либо одной научной дисциплины [5].

В этом смысле одним из направлений реализации междисциплинарности в инженерном образовании является модульное построение образовательных программ. Поскольку, объединяя дисциплины вокруг некоторого предмета исследования, мы тем самым выстраиваем организационно-методическую междисциплинарную структуру учебного материала, представляющую набор тем из разных учебных дисциплин, необходимых в рамках данной образовательной программы.

Модуль может формироваться из нескольких смежных дисциплин, которые

## ЛИТЕРАТУРА

1. Math-Bridge: Bridging the gaps in European remedial mathematics with technology-enhanced learning / S. Sosnovsky, M. Dietrich, E. Andrus, [et al.] // Mit Werkzeugen Mathematik und Stochastik lernen = Using Tools for Learning Mathematics and Statistics / T. Wassong, D. Frischmeier, P. R. Fischer, R. Hochmuth, & P. Bender (Eds.). – Berlin/Heidelberg: Springer, 2014. – P. 437–451.
2. Галеев, И.Х. Проблемы и опыт проектирования ИОС [Электронный ресурс] // Образовательные технологии и общество. – 2014. – Т. 17, № 4. – С. 526–542. – URL: [http://ifets.ieee.org/russian/depository/v17\\_i4/pdf/9.pdf](http://ifets.ieee.org/russian/depository/v17_i4/pdf/9.pdf), свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 12.12.2016).
3. Сосновский, С.А. Информатизация математической компоненты инженерного, технического и естественнонаучного обучения в рамках проекта MetaMath [Электронный ресурс] / С.А. Сосновский, А.Ф. Гиренко, И.Х. Галеев // Там же. – С. 446–457. – URL: [http://ifets.ieee.org/russian/depository/v17\\_i4/pdf/1.pdf](http://ifets.ieee.org/russian/depository/v17_i4/pdf/1.pdf), свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 12.12.2016).
4. Захарова, И.В. Проект MetaMath программы Темпус: применение современных образовательных технологий для совершенствования математического образования в рамках инженерных направлений в российских университетах / И.В. Захарова, О.А. Кузенков, И.С. Солдатенко // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2014. – № 10. – С. 159–171.
5. Савкина, А.В. Информатизация курса «Алгебра и геометрия» с помощью интеллектуальной обучающей системы Math-Bridge [Электронный ресурс] / А.В. Савкина, А.В. Нуштаева, И.П. Борискина // Образовательные технологии и общество. – 2016. – Т. 19, № 4. – С. 479–487. – URL: [http://ifets.ieee.org/russian/depository/v19\\_i4/pdf/18.pdf](http://ifets.ieee.org/russian/depository/v19_i4/pdf/18.pdf), свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 12.12.2016).
6. Савкина, А.В. Виртуальные лаборатории в дистанционном обучении [Электронный ресурс] / А.В. Савкина, А.В. Савкина, С.А. Федосин // Там же. – 2014. – Т. 17, № 4. – С. 507–517. – URL: [http://ifets.ieee.org/russian/depository/v17\\_i4/pdf/7.pdf](http://ifets.ieee.org/russian/depository/v17_i4/pdf/7.pdf), свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 12.12.2016).
7. Новикова, С.В. Особенности создания учебных объектов в интеллектуальной системе обучения математике Math-Bridge [Электронный ресурс] / С.В. Новикова, Н.А. Валитова, Э.Ш. Кремлева // Там же. – 2016. – Т. 19, № 3. – С. 451–462. – URL: [http://ifets.ieee.org/russian/depository/v19\\_i3/pdf/7.pdf](http://ifets.ieee.org/russian/depository/v19_i3/pdf/7.pdf), свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 12.12.2016).



А.А. Шехонин



В.А. Тарлыков



А.Ш. Багаутдинова



О.В. Харитонова