

УДК 004.9

DOI: [10.26102/2310-6018/2020.28.1.007](https://doi.org/10.26102/2310-6018/2020.28.1.007)

## МЕТОД ДИНАМИЧЕСКОГО КОНТЕНТНОГО СОГЛАСОВАНИЯ ОБУЧАЮЩЕГО И ИГРОВОГО СЦЕНАРИЕВ В АДАПТИВНЫХ ОБУЧАЮЩИХ ИГРАХ

**А.В. Хайров, О.А. Шабалина, А.В. Катаев**

*Волгоградский государственный технический университет  
Волгоград, Российская Федерация*

**Резюме:** В данной статье рассмотрены модели и технологии адаптации в адаптивных обучающих играх. Все известные подходы к разработке адаптивных обучающих игр представляют собой ad-hoc решения, и перенос их в другие игры практически не возможен. Для решения данной проблемы была разработана модель адаптации к уровню знаний пользователя на основе пространства знаний. Предложенный метод поддерживает нелинейный процесс обучения и позволяет выстраивать персональные стратегии обучения, что может быть использовано для адаптации процесса обучения к каждому обучаемому. Основной проблемой предлагаемого метода является погружение нелинейного обучающего сценария в игровой контекст. Процесс разработки адаптивных обучающих игр, реализующих погружение обучающего сценария в игровой контекст на основе 3I-подхода, требует разработки проектных решений по обеспечению совместимости нелинейных обучающего и игрового сценариев. В общем случае, каждому обучающему действию может быть сопоставлено больше одного игрового действия, которое может выбираться исходя из игровой ситуации. Это позволяет расширить игровой сценарий и повысить игровую привлекательность без потери логических связей обучающего сценария. Данные исследования связаны с разработкой метода адаптации на основе предложенной модели, и его реализацией в адаптивной обучающей игре.

**Ключевые слова:** обучающая система, обучающая игра, адаптивная обучающая игра, модель адаптации, метод адаптации, метод погружения, нелинейный сценарий, пространство знаний.

**Для цитирования:** Хайров А.В., Шабалина О.А., Катаев А.В. Метод динамического контентного согласования обучающего и игрового сценариев в адаптивных обучающих играх. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2020;8(1). Доступно по: [https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2020/02/KhairovSoavtors\\_1\\_20\\_1.pdf](https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2020/02/KhairovSoavtors_1_20_1.pdf) DOI: 10.26102/2310-6018/2020.28.1.007

## METHOD OF DYNAMIC CONTENT AGREEMENT OF LEARNING AND GAME SCENARIOS IN ADAPTIVE LEARNING GAMES

**A.V. Khairov, O.A. Shabalina, A.V. Kataev**

*Volgograd State Technical University  
Volgograd, Russian Federation*

**Abstract:** This article discusses the models and technologies of adaptation in adaptive learning games. All known approaches to the development of adaptive learning games are ad-hoc solutions, and transferring them to other games is practically impossible. To solve this problem, a model was developed to adapt to the user's knowledge level based on the knowledge space. The proposed method supports a non-linear learning process and allows you to build personal learning strategies, which can be used to adapt the learning process to each student. The main problem of the proposed method is the immersion of a non-linear learning scenario in a game context. The process of developing adaptive learning games that immerse the learning script in the game context based on the 3I approach requires the development of design solutions to ensure the compatibility of non-linear learning and game scripts. In the general case, more than one game action, which can be selected based on the game situation, can be associated

with each learning action. This allows you to expand the game scenario and increase game attractiveness without losing the logical connections of the training scenario. These studies are related to the development of an adaptation method based on the proposed model, and its implementation in an adaptive educational game.

**Keywords:** learning system, learning game, adaptive learning game, adaptation model, adaptation method, immersion method, nonlinear scenario, knowledge space.

**For citation:** Khairov A.V., Shabalina O.A., Kataev A.V. Method of dynamic content agreement of learning and game scenarios in adaptive learning games. *Modeling, optimization and information technology*. 2020;8(1). Available by: [https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2020/02/KhairovSoavtors\\_1\\_20\\_1.pdf](https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2020/02/KhairovSoavtors_1_20_1.pdf) DOI: 10.26102/2310-6018/2020.28.1.007 (In Russ.).

## Введение.

Одним из наиболее активно развивающихся трендов в сфере разработки обучающих игровых приложений являются адаптивные обучающие игры. Адаптивная обучающая игра может рассматриваться как адаптивная обучающая система, процесс обучения в которой реализован в игровом контексте. Однако опыт показывает, что прямой перенос моделей и методов, разработанных для адаптивных обучающих систем, в адаптивные обучающие игры, не всегда возможен. Адаптация к пользователю с точки зрения процесса обучения подразумевает разработку нелинейного обучающего сценария, а в обучающих играх обучающий сценарий так или иначе привязан к игровому. Поэтому разработка адаптивных обучающих игр в дополнение к задаче обеспечения баланса игровой и обучающей компоненты требует также разработки проектных решений по обеспечению совместимости нелинейных обучающего и игрового сценариев.

### Модели и технологии адаптации в адаптивных обучающих играх.

Разработка моделей и методов адаптации для адаптивных обучающих игр приставляет собой самостоятельное направление исследований в сфере разработки обучающего программного обеспечения (ПО) [1].

Модели и методы адаптации для адаптивных обучающих игр на основе педагогических агентов предложены в [2,3]. Адаптация в данных моделях происходит за счет изменения порядка представления контента в зависимости от стиля обучения или изменение объемов и сложности обучающих материалов. В [4] описан метод адаптации, основанный на адаптивных и контр-адаптивных подсказках, изменяющих сложность представления обучающего контента.

Наиболее общей моделью адаптации на сегодняшний день считается модель *ALGAE (Adaptive Learning Game dEsign)* [5]. Однако способ реализации этой модели привязан к конкретной игре *CodRed*. Применение модели при разработке других адаптивных игр требует разработки решений по согласованию модели со сценарием и игровой механикой.

Основными характеристикам, различающими известные подходы к разработке адаптивных обучающих игр, являются характеристика/ характеристики игрока, к которой/которым адаптируется игра (модель адаптации: «К чему адаптировать?»), исходные данные, используемые для адаптации и способ их получения, и способ адаптации процесса обучения в игровом контексте (метод адаптации: «Как адаптировать?»). Анализ моделей и методов адаптации для адаптивных обучающих игр представлен в Таблице 1.

Таблица 1 - Анализ моделей и методов адаптации

Название модели	Модель адаптации	Получаемая информация об обучаемом	Способ получения информации	Метод адаптации
Honey and Mumford's LSQ	Адаптация к стилю обучения	1. Действия обучаемого в процессе игры 2. Анкетирование: входящее, промежуточное и финальное	1. Неявный, в процессе игры 2. Явный, с помощью вопросника	Изменение структуры обучающих материалов
ALGAE	Адаптация к знаниям и навыкам	Информация об ошибках и успехах	Неявный, в процессе игры	Ярусная сортировка (пороговое значение, при котором усложняется или упрощается задание)
AutoTutor	Адаптация к эмоциональному состоянию	Положения тела и физиологических сигналов	Явный, с помощью камеры	Изменение объемов и сложности обучающих материалов
ALIGN	Адаптация к навыкам	Выбор вариантов заданий обучаемым	Неявный, в процессе игры	Изменение сложности обучающих материалов

В целом, известные подходы к разработке адаптивных обучающих игр представляют собой *ad-hoc* решения, и перенос их в другие игры практически не возможен.

### Материалы и методы.

В качестве характеристик пользователя, которые учитываются при адаптации, в обучающих системах используются текущие знания пользователя, в некоторых системах учитываются также такие характеристики, как стиль обучения, интересы, предыдущий опыт и т.д. С точки зрения процесса обучения наиболее значимой характеристикой пользователя является уровень его знаний, и адаптация к уровню знаний в большой степени определяет эффективность процесса обучения в адаптивной обучающей системе.

Современные подходы к разработке обучающих систем [6], адаптирующихся к уровню знаний пользователей, основаны на модели предметной области и модели обучаемого. Модель обучаемого хранит информацию о текущем уровне знаний пользователя и так или иначе привязана к модели предметной области. Методы адаптации в таких системах основаны на оценке текущего уровня знаний обучаемого и «подстройке» процесса обучения в системе к этому обучаемому. Однако применение моделей и методов адаптации, разработанных для адаптивных обучающих систем, в

адаптивных обучающих играх не всегда возможно, так как для разработки адаптивных обучающих игр необходимо согласование моделей адаптации процесса обучения и игрового процесса, охраняющих логику в общем случае нелинейных обучающего и игрового сценариев.

В [8] предложен метод моделирования предметной области как пространства знаний, и организации процесса обучения как исчисления состояния обучаемого на пространстве в зависимости от действий по освоению фрагментов пространства. Предложенный метод поддерживает нелинейный процесс обучения и позволяет выстраивать персональные стратегии обучения и, таким образом, адаптировать процесс обучения к каждому обучаемому в зависимости от текущего уровня его знаний (Рисунок 1).

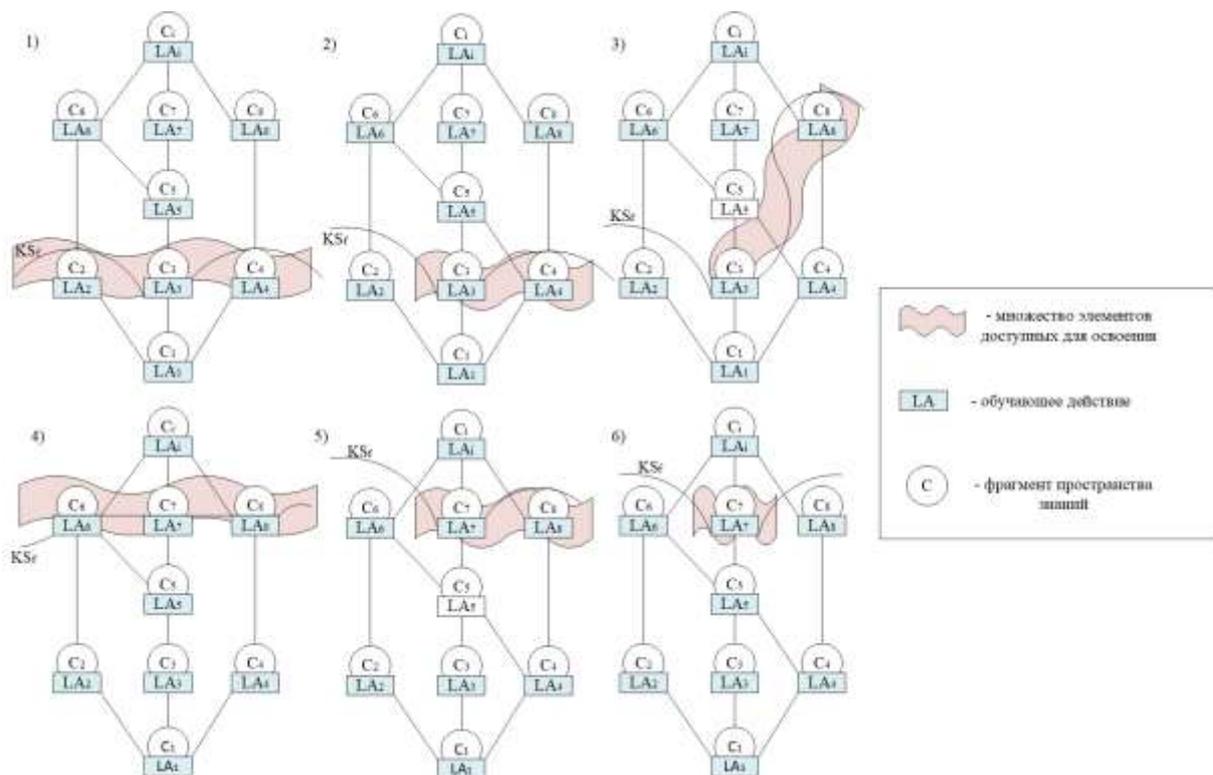


Рисунок 1 – Пример адаптивной стратегии обучения на основе пространства знаний

В [10] разработана концепция погружения процесса обучения, в игровой сценарий, которая обеспечивает баланс игровой и обучающей компоненты и обеспечивает возможность достижения цели обучения в результате достижения игровой цели. Модель погружения основана на сопряжении процесса обучения и игрового процесса. Каждому компоненту процесса обучения сопоставляется его эквивалентная интерпретация в игровом контексте, что позволяет обеспечивать структурное единство процесса обучения и игрового процесса и эквивалентность достижения целей обучения и самой игры. Интеграция обучающих действий в игровой контекст основана на реализации трех *I*-компонентов (*3I-approach*) [10]. Материалы курса представляются (*Introduction*) через игровой мир; игровые задания, выполняемых игроком, и их решения интерпретируются в контексте игры (*Interpretation*); результаты изучения курса влияют (*Influence*) на результаты игры [7].

Для обеспечения одновременного достижения игровой и цели обучения предложена комбинированная модель сценария, в котором игровые и обучающие задания выполняются одновременно, т.е. объединены в одно действие (Рисунок 2).

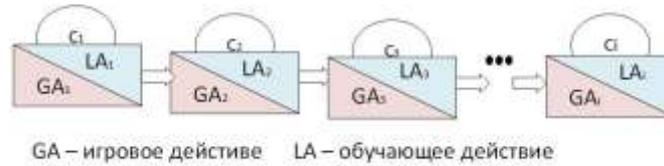


Рисунок 2 - Модель линейного комбинированного сценария

Предложенная модель сценария реализует принцип *quiproquo*. Игрок стремится к достижению игровой цели, но при этом он неявно стремится к достижению цели обучения, т.е. игровая цель достигается как цель обучения. Механизмы реализации 3I-подхода в ролевых обучающих играх с комбинированным линейным сценарием описаны в [11,12].

Проблемой разработки адаптивных обучающих игр с комбинированным нелинейным сценарием, реализующих предложенную модель погружения обучающего сценария в игровой контекст на основе 3I-подхода, является необходимость разработки способа интеграции процесса обучения с игровым процессом, сохраняющего логику нелинейных обучающего и игрового сценариев.

### Результаты.

Разработан метод адаптации процесса обучения в адаптивной обучающей игре, основанный на динамическом контентном согласовании обучающего и игрового сценариев. Нелинейный обучающий сценарий ролевой обучающей игры представляется пространством знаний, каждый элемент которого включает фрагмент знаний, которые необходимо освоить) и задание для оценки уровня освоения этого фрагмента знаний. Каждому элементу пространства знаний сопоставляется событие игрового сценария, требующее выполнения игрового задания, как интерпретации обучающего задания в игровом контексте. При этом пространство игрового сценария структурно-эквивалентно пространству знаний. Фрагмент комбинированного нелинейного игрового сценария показан на Рисунке 3.

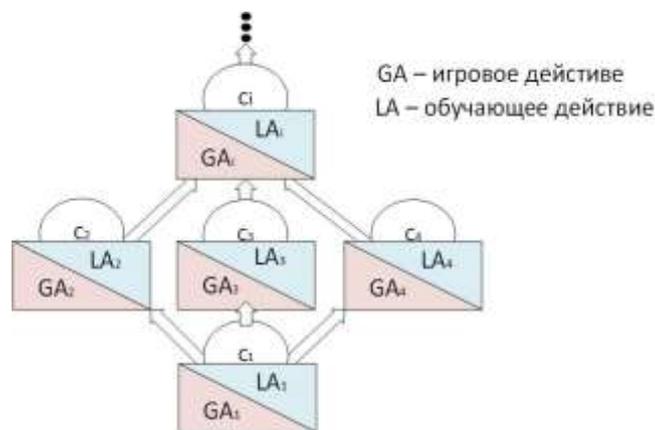


Рисунок 3 – Комбинированная модель нелинейного сценария (фрагмент)

В соответствии с выбранной стратегией обучения игрок может выбирать любое действие из набора доступных в настоящий момент времени элементов нелинейного сценария, определяемых на пространстве знаний по результатам оценки текущих знаний игрока. Для обеспечения динамической совместимости обучающего и игрового сценариев, любой последовательности действий  $l_i/g_i$ , выбираемых игроком из набора действий  $(l_1/g_1, \dots, l_i/g_i, \dots, l_n/g_n)$ , определённых как доступных в текущий момент, необходимо сопоставить игровое действие. В общем случае, для освоения каждого

нелинейного фрагмента игрового сценария, включающего  $n$  несвязанных элементов  $l_i/g_i$ , приведённого на Рисунке 4а, необходимо реализовать  $n!$  вариантов в игровом сценарии (см. Рисунок 4б).

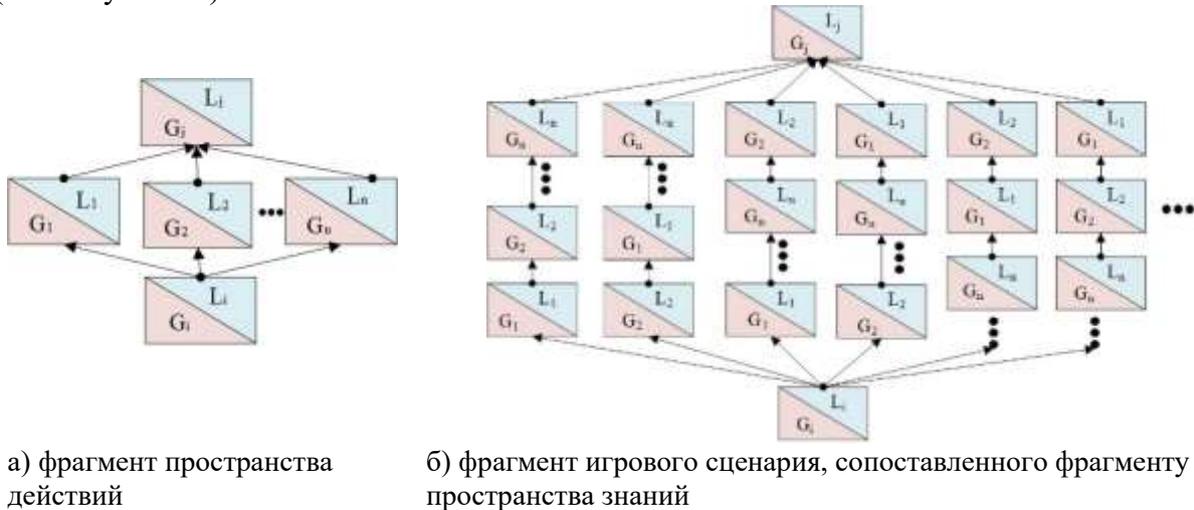


Рисунок 4 – Реализация нелинейного обучающего сценария в игровом сценарии

Для управления игровой логикой и выбора игрового действия  $g_i$ , сопоставленного выбранному игроком обучающему действию  $l_i$ , может быть использована система диалогов.

В общем случае, для каждого обучающего действия  $l_i$  может быть сопоставлен в игровом сценарии набор игровых действий  $G_i$ , что позволяет расширить игровой сценарий и повысить его игровую привлекательность без потери логических связей обучающего сценария.

### Обсуждение материалов и заключение.

Разработанная модель адаптации, основанная на интеграции нелинейного обучающего сценария в игровой контекст, применима для разработки адаптивных ролевых обучающих игр с нелинейным игровым сценарием. Дальнейшие исследования связаны с разработкой метода адаптации на основе предложенной модели, и его реализацией в адаптивной обучающей игре.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-07-01308а*

### ЛИТЕРАТУРА

1. Шабалина О.А., Давтян А.Г., Катаев А.В., Алимов А.А. Адаптивные обучающие игры как тренд развития обучающего по. *ИТНОУ: информационные технологии в науке, образовании и управлении*. 2018;4(8):11-16.
2. Bellotti F., Berta R., De Gloria A. Adaptive Experience Engine for Serious Games. *Adaptive Experience Engine for Serious Games IEEE Transactions on Computational Intelligence and AI in Games*. 2009;1(4):264-280.
3. D'Mello S., Picard R., Graesser A. Toward an Affect-Sensitive AutoTutor. *IEEE Intelligent Systems*. 2007;22(4):53-61.
4. Lindberg, R., Hasanov, A., Laine, T. Improving Play and Learning Style Adaptation in a Programming Education Game. *In Proceedings of the 9th International Conference on Computer Supported Education*, April 21-23, 2017, in Porto, Portugal: CSEDU.2017;1:450-457.

5. Lavieri Jr., Edward D. A study of adaptive learning for educational game design. *EAI Endorsed Transactions on Serious Games*. 2014;14(2):273-282.
6. Malliarakis C., Tomos F., Shabalina O., Mozelius P., Balan C. How to Build an Ineffective Serious Game: Worst Practices in Serious Game Design. *Proceedings of the 9th European Conference on Games Based Learning (ECGBL)*, 8-9 October 2015, Norway: Nord Trondelag University College Steinkjer; 2015: 338-345.
7. Shabalina O., Mozelius P., Malliarakis C., Tomos F., Balan C., Blackey H., Gerkushenko G. Combining. *Game-Flow and Learning Objectives in Educational Games. Proceedings of the 8th European Conference on Games Based Learning. Research and Training Center for Culture and Computer Science (FKI)*, 9-10 October 2014, Berlin, Germany: University of Applied Sciences HTW.2014;2:529-537.
8. Shabalina O., Vorobkalov P. Development of Educational Computer Games: Learning Process Model and how it is Integrated into the Game Context. *World Applied Sciences Journal (WASJ)*. 2013;24(24):256-267.
9. Shabalina O., Vorobkalov P., Kataev A., Kravets A. Educational computer games development: methodology, techniques, implementation. *Proceedings of the 2013 International Conference on Advanced ICT*, 20-22 September 2013:Atlantis Press. 2013:419-423.
10. Shabalina O., Vorobkalov P., Kataev A., Tarasenko A. 3I-Approach for IT Educational Games Development. *Proceedings of the 3rd European Conference on Games-Based Learning*, 12-13 October 2009, Graz, Austria: FH JOANNEUM University of Applied Science; 2009:339-344.
11. Шабалина О.А., Воробкалов П.Н., Катаев А.В. 3i-подхода для разработки обучающих игр по объектно-ориентированному программированию. *Вестник компьютерных и информационных технологий*. 2011;6:46-52.
12. Шабалина О.А., Воробкалов П.Н., Катаев А.В. 3i-подход к разработке компьютерных игр для обучения техническим дисциплинам. *Вестник компьютерных и информационных технологий*. 2011;4:45-51.

## REFERENCES

1. Shabalina O.A., Davtyan A.G., Kataev A.V., Alimov A.A. Adaptivnyie obuchayushchie igryi kak trend razvitiya obuchayuschego po. *ITNOU: informatsionnyie tehnologii v nauke, obrazovanii i upravlenii*. 2018;4(8):11-16.
2. Bellotti F., Berta R., De Gloria A. Adaptive Experience Engine for Serious Games. *Adaptive Experience Engine for Serious Games IEEE Transactions on Computational Intelligence and AI in Games*. 2009;1(4):264-280.
3. D'Mello S., Picard R., Graesser A. Toward an Affect-Sensitive AutoTutor. *IEEE Intelligent Systems*. 2007;22(4):53-61.
4. Lindberg, R., Hasanov, A., Laine, T. Improving Play and Learning Style Adaptation in a Programming Education Game. *In Proceedings of the 9th International Conference on Computer Supported Education*, April 21-23, 2017, in Porto, Portugal: CSEDU.2017;1:450-457.
5. Lavieri Jr., Edward D. A study of adaptive learning for educational game design. *EAI Endorsed Transactions on Serious Games*. 2014;14(2):273-282.
6. Malliarakis C., Tomos F., Shabalina O., Mozelius P., Balan C. How to Build an Ineffective Serious Game: Worst Practices in Serious Game Design. *Proceedings of the 9th European Conference on Games Based Learning (ECGBL)*, 8-9 October 2015, Norway: Nord Trondelag University College Steinkjer; 2015:338-345.

7. Shabalina O., Mozelius P., Malliarakis C., Tomos F., Balan C., Blackey H., Gerkushenko G. Combining. *Game-Flow and Learning Objectives in Educational Games. Proceedings of the 8th European Conference on Games Based Learning. Research and Training Center for Culture and Computer Science (FKI)*, 9-10 October 2014, Berlin, Germany: University of Applied Sciences HTW.2014;2:529-537.
8. Shabalina O., Vorobkalov P. Development of Educational Computer Games: Learning Process Model and how it is Integrated into the Game Context. *World Applied Sciences Journal (WASJ)*. 2013;24(24):256-267.
9. Shabalina O., Vorobkalov P., Kataev A., Kravets A. Educational computer games 419-423.
10. Shabalina O., Vorobkalov P., Kataev A., Tarasenko A. 3I-Approach for IT Educational Games Development. *Proceedings of the 3rd European Conference on Games-Based Learning*, 12-13 October 2009, Graz, Austria: FH JOANNEUM University of Applied Science; 2009: 339-344.
11. Shabalina O.A., Vorobkalov P.N., Kataev A.V. 3i-podhoda dlya razrabotki obuchayuschih igr po ob'ektno-orientirovannomu programmirovaniyu. *Vestnik kompyuternyih i informatsionnyih tehnologiy*. 2011;6:46-52.
12. Shabalina O.A., Vorobkalov P.N., Kataev A.V. 3i-podhod k razrabotke kompyuternyih igr dlya obucheniya tehnikeskim distsiplinam. *Vestnik kompyuternyih i informatsionnyih tehnologiy*. 2011;4:45-51.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Хайров Александр Валерьевич**, аспирант, кафедра «Системы автоматизированного проектирования и поискового конструирования», Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, Российская Федерация.  
e-mail: [sasha-hairov@mail.ru](mailto:sasha-hairov@mail.ru)

**Khairov Alexander Valerievich**, Postgraduate Student, Computer Aided Design (CAD) Department, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation.

**Шабалина Ольга Аркадьевна**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Системы автоматизированного проектирования и поискового конструирования», Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, Российская Федерация.  
e-mail: [o.a.shabalina@gmail.com](mailto:o.a.shabalina@gmail.com)

**Shabalina Olga Arkadievna**, PhD, Associate Professor at Computer Aided Design (CAD) Department, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation.

**Катаев Александр Вадимович**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Системы автоматизированного проектирования и поискового конструирования», Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, Российская Федерация.  
e-mail: [alexander.kataev@gmail.com](mailto:alexander.kataev@gmail.com)

**Kataev Alexander Vadimovich**, Associate Professor at Computer Aided Design (CAD) Department, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation.