

УДК 373:004

## Лабораторный компьютерный практикум как средство управления процессом обучения физике

**Бортновский Сергей Витальевич**

Кандидат технических наук, доцент,  
заместитель директора по учебной работе,  
Институт математики, физики и информатики,  
Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева,  
660049, Российская Федерация, Красноярск, ул. Ады Лебедевой, 89;  
e-mail: bort\_sv@mail.ru

**Кузьмин Дмитрий Николаевич**

Кандидат педагогических наук, доцент,  
кафедра информационных технологий обучения и непрерывного образования,  
Институт педагогики, психологии и социологии,  
Сибирский федеральный университет,  
660041, Российская Федерация, Красноярск, просп. Свободный, 79;  
e-mail: dn\_kuzmin@mail.ru

**Космынина Ирина Николаевна**

Магистрант,  
кафедра информационных технологий обучения и непрерывного образования,  
Институт педагогики, психологии и социологии,  
Сибирский федеральный университет,  
660041, Российская Федерация, Красноярск, просп. Свободный, 79;  
e-mail: simply.94@mail.ru

### Аннотация

В статье предлагается решение проблемы управления процессом обучения с помощью применения технологии динамического компьютерного тестирования. Актуальность данной проблемы обусловлена необходимостью применения новых, гибких технологий для контроля результатов обучения учащихся. С помощью анализа различной педагогической, учебно-методической и научной литературы по теме исследования удалось определить, что одним из наиболее оптимальных методов контроля результатов обучения является тестирование, основанное на взаимодействии между педагогом и учащимся. В качестве средства контроля были выбраны лабораторные динамические компьютерные тестовые задания. В статье описаны результаты методической проработки технологии создания компьютерных динамических тестов для управления процессом обучения на примере темы физики девятого класса «Кинематика». Применение данной технологии в управлении процессом обучения позволяет объективно оценивать знания и

умения учащихся, тестируемые по отдельным предметным областям. Также рассматриваются отличительные особенности лабораторных компьютерных тестовых заданий на основе обратной связи и возможности их применения для управления процессом обучения. Авторы уделяют внимание основным моментам, касающимся разработки лабораторных компьютерных тестовых заданий по физике. В заключение представлены выводы о перспективе применения данной технологии в управлении процессом обучения физике.

#### **Для цитирования в научных исследованиях**

Бортновский С.В., Кузьмин Д.Н., Космынина И.Н. Лабораторный компьютерный практикум как средство управления процессом обучения физике // Педагогический журнал. 2017. Т. 7. № 5А. С. 190-198.

#### **Ключевые слова**

Управление процессом обучения, контроль результатов обучения, компьютерные обучающие системы, лабораторные компьютерные тестовые задания, динамическое тестирование, обратная связь.

## **Введение**

Процессы информатизации и компьютеризации современного общества, происходящие в том числе и в сфере образования, порождают необходимость создания новых, гибких технологий обучения. В основу построения таких технологий должна быть заложена эффективная система управления процессом обучения, важным элементом которой выступает контроль, построенный на измерениях высокого качества. Одним из перспективных методов объективного контроля знаний учащихся является тестовый метод [Ефремова, 2011]. Применение данного метода в совокупности с компьютерными техническими средствами открывает новые возможности для организации эффективного управления процессом обучения.

### **Технология динамического компьютерного тестирования как средство управления процессом обучения**

Наиболее адекватным техническим средством обучения, поддерживающим деятельностный подход к учебному процессу во всех его звеньях (потребность, мотивы, цель, условия, средства, действия, операция), является компьютер, который благодаря своим техническим свойствам предоставляет определенные педагогические возможности [Бортновский и др., 2011]. Однако наличие таких свойств вовсе не гарантирует их правильное и эффективное применение в практике управления процессом обучения. В частности, это касается компьютерных обучающих программ. На практике отмечено, что большинство педагогических программных средств оторваны от учебного плана, содержания школьного учебного материала и методики обучения. С другой стороны, попытки переноса традиционной методики обучения в компьютерную среду, копирование существующих школьных учебников также не могут принести существенного педагогического эффекта [Дьячук, 2010; Дьячук, Кузьмин, 2003]. В связи с этим становится актуальной проблема контроля результатов обучения учащихся с помощью применения технологии создания компьютерных тестов, которые максимально объективно позволяют оценивать знания и умения, тестируемые по отдельным предметным областям и по

определенным уровням школьного образования.

Для решения обозначенной проблемы в рамках исследования мы разработали систему лабораторных компьютерных тестовых заданий по теме курса физики девятого класса «Кинематика» и проверили ее эффективность на практике. При этом были использованы следующие методы исследования:

- изучение педагогической, учебно-методической и научной литературы, обучающих программных продуктов по теме исследования;
- методы моделирования и программирования в объектно-ориентированной среде Visual Basic;
- анализ модели знаний курса физики девятого класса «Кинематика»;
- разработка системы лабораторных компьютерных тестовых заданий в соответствии с обозначенной моделью знаний;
- педагогический эксперимент (наблюдение).

В ходе исследования удалось определить, что одним из наиболее оптимальных методов контроля результатов обучения является тестирование [Ефремова, 2011, 262]. Однако, несмотря на все достоинства классического тестирования, оно позволяет контролировать лишь конечный результат, лишая возможности отследить сам процесс решения задачи, а также затруднения, с которыми сталкивается учащийся в ходе решения. В связи с этим отдельные значения приобретают другие формы тестирования, которые основываются на взаимодействии между педагогом и учеником [Бортновский и др. Сетевые динамические..., 2012; Бортновский и др. Компьютерная организация..., 2012].

В результате анализа педагогической, учебно-методической и научной литературы по теме исследования мы выяснили, что, в отличие от традиционных тестов, лабораторные компьютерные тестовые задания (ЛКП) как раз предоставляют возможность создания диалога между учеником и компьютером [Дьячук, 2014, 150-151; Дьячук, Бортновский, Шадрин, 2003; Бортновский, Дьячук, Петрова, 2015]. ЛКП – это задание, генерируемое компьютером в рамках конкретной предметной области и требующее ответа, который определяется в результате компьютерных измерений. Подобного рода задания крайне сложно создать без использования возможностей компьютерной техники и программирования.

Основной признак, отличающий компьютерные лабораторные тестовые задания от других типов заданий, состоит в том, что эти задания формируются в результате работы компьютерной модели, имитирующей определенную деятельность [Кузьмин, Гриценко, 2011]. Для такой компьютерной модели существуют два основных программных блока. Первый блок программы ЛКП отвечает за генерацию заданий. Возможны различные режимы работы этого блока: 1) генерация заданий без учета предыстории выполнения предыдущих заданий (без адаптации к уровню достижений ученика); 2) адаптивный режим генерации заданий, в котором каждое последующее задание генерируется с учетом уровня, достигнутого учеником. Стоит отметить, что вторая ситуация генерации заданий является искусственной и для компьютерной реализации более сложной, нежели первая. Второй программный блок отслеживает процесс выполнения ЛКП учеником, записывает в память машины информацию о результатах работы ученика и по заданным правилам делает компьютерный анализ процесса обучения. Этот блок является центром управления идущей от ученика информацией и реализует принцип обратной связи. Обратная связь необходима для управления, контроля и диагностики процесса компьютерного тестирования.

На рисунке 1 приведена блок-схема компьютерной обучающей среды без адаптации к уровню достижений ученика, на рисунке 2 – блок-схема такой системы с адаптацией.



Рисунок 1 - Блок-схема КОС без адаптации к уровню достижений ученика



Рисунок 2 - Блок-схема КОС с адаптацией к уровню достижений ученика

Таким образом, адаптационные ЛКП обладают более объективными диагностическими возможностями, так как адаптация, или приспособление к существующему уровню знаний и умений ученика, позволяет точнее определить этот уровень.

Отметим, что одной из существенных особенностей ЛКП является рандомизация параметров заданий (генерируются случайным образом), позволяющая сделать работу ученика индивидуальной. Это отличает ЛКП от множества традиционных тестов, в которых тестовые задания и соответствующие данные фиксированы. Однако рандомизация параметров заданий ЛКП имеет несколько ограничений. Первое и главное ограничение на рандомизацию накладывается требованием однозначности определения: правильности или неправильности выполнения учеником заданий. Помимо этого, на рандомизацию накладываются ограничения, связанные с особенностями моделирования физических объектов.

Разработка лабораторных компьютерных тестовых заданий осуществлялась с помощью языка программирования Visual Basic, который является современным объектно-ориентированным языком программирования, позволяющим разрабатывать приложения практически любого типа. Среди основных возможностей данного языка, используемых при создании ЛКТ, можно выделить следующие:

- легкость конструирования непосредственно самих тестовых заданий на этапе проектирования ЛКП за счет усовершенствованного интерфейса Visual Basic;

- возможность в процессе выполнения кода программы изменять первоначальные свойства форм как на этапе загрузки, так и во время выполнения, что позволяет управлять ходом тестового задания при работе с тестируемым;

- возможность создания центра управления генерацией тестовых заданий за счет организации взаимодействия форм;

- возможность работы с базами данных и файловой системой, что разрешает проблему записи результатов тестирования;

- возможность создания интерфейса ЛКП, отвечающего современным требованиям операционной системы Windows.

Важным моментом при разработке системы лабораторных компьютерных заданий является проектирование модели знаний по разделу курса физики девятого класса «Кинематика». Наличие такой модели знаний облегчает задачу составления ЛКП.

Модель знаний по разделу курса физики девятого класса «Кинематика» состоит из следующих элементов:

- основных понятий темы: механическое движение, поступательное движение тела, материальная точка, система отсчета (тело отсчета, система координат, прибор измерения времени), перемещение, траектория, путь, вектор, прямолинейное равномерное движение (ГТРД), скорость ПРД, относительность, неравномерное прямолинейное движение (ШТД), средняя скорость, мгновенная скорость, прямолинейное равнопеременное движение, ускорение;

- законов равномерного и равнопеременного прямолинейного движения;

- основного принципа – принципа относительности;

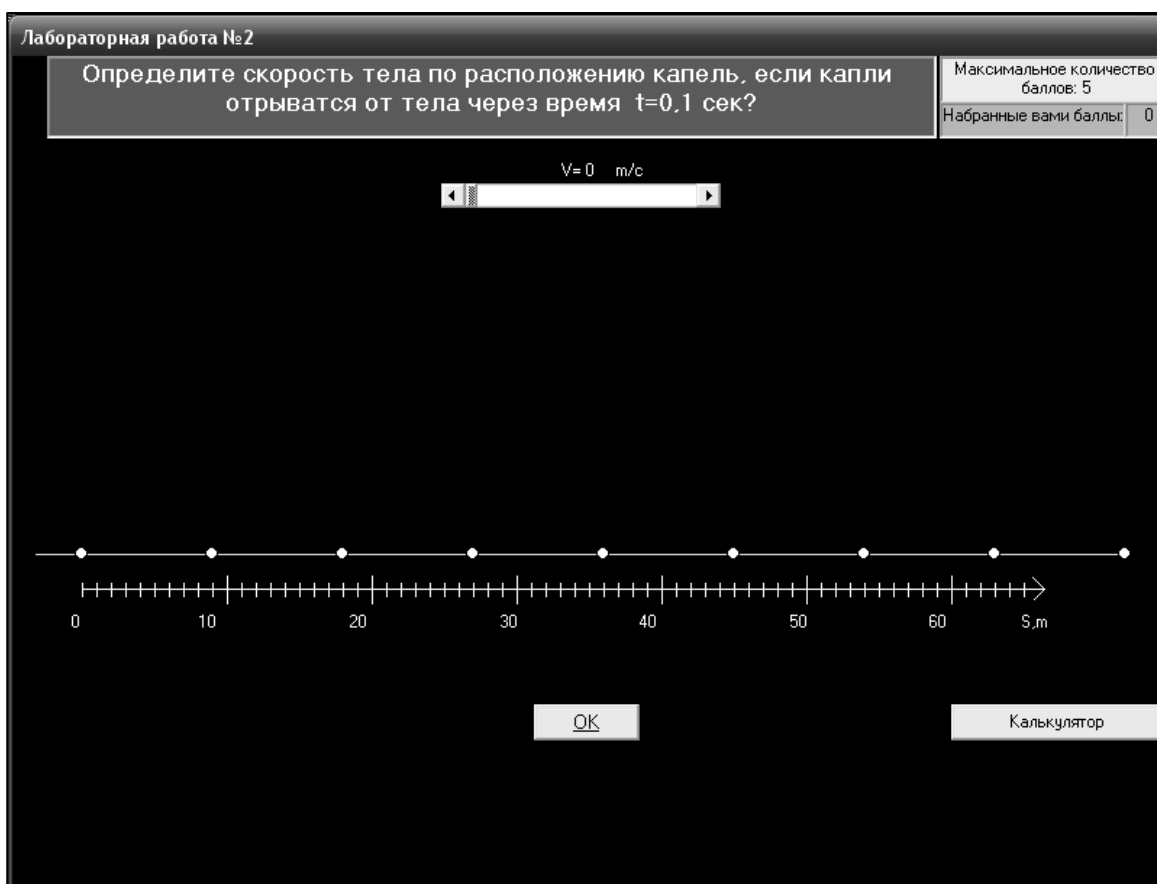
- основных моделей: материальная точка, равномерное прямолинейное движение.

Таким образом, в результате освоения данной темы учащиеся должны знать основные понятия, закономерности, принципы, модели темы «Кинематика», уметь применять свои знания на практике при решении задач и находить в любой момент времени положение тела в пространстве, используя законы движения. Исходя из определенной нами модели знаний, при разработке ЛКП мы придерживались последовательности содержания курса и использовали возможности компьютерных технологий, усиливая содержательную и исполнительную часть заданий. При этом сразу оговоримся, что не все основные понятия обозначенной темы вошли в систему ЛКП. Мы ограничились лишь теми заданиями, в которых можно реализовать компьютерное моделирование физических процессов. Это связано с тем, что ЛКП представляет собой не просто тест с вариантами ответов. Практически каждое тестовое задание – это мини-лабораторная, в которой учащийся, наблюдая физическое явление, хотя и виртуальное, измеряет необходимые физические величины и конструирует ответ.

При всем этом важно отметить, что в основе лабораторных компьютерных тестовых заданий лежит «капельный метод», занимающий важное место при изучении движения в кинематике. В сущности, данный метод заключается в следующем: при движении тела через равные промежутки времени ( $dt$ ) от него отрываются капли, которые, падая на числовую ось, оставляют метки. По расположению меток можно судить о характере движения тела, а зная  $dt$ , – определять

скорость движения и ускорение. На примере одного из разработанных компьютерных лабораторных тестовых заданий рассмотрим реализацию данного метода изучения движения.

На экране монитора происходит некоторое событие: движение тела с постоянной скоростью. При этом через равные промежутки времени на ось координат падают капли, оставляя метки. Таким образом, учащемуся необходимо определить скорость движения по расположению меток, как представлено на рисунке 3.



**Рисунок 3 - Пример лабораторного компьютерного тестового задания**

При этом учащийся исходит из того, что при равномерном движении скорость постоянна на протяжении всего времени и определяется как отношение перемещения тела за любой промежуток времени к значению этого промежутка ( $V = S/t$ ). Далее учащийся производит измерение физических величин (в данном случае – перемещения за время  $dt$ ) и вводит ответ:  $V = 9 \text{ м} / 0,1 \text{ с} = 90 \text{ м/с}$ . Таким образом, можно отметить, что «капельный» метод позволяет однозначно определить скорость движения тела. В большинстве заданий ЛКП физические величины определяются именно с помощью данного метода, так как он прост для восприятия и понимания учащимися.

Итак, гипотеза исследования, основанная на предположении о повышении эффективности управления процессом обучения при использовании системы лабораторных компьютерных тестовых заданий, была экспериментально подтверждена. Апробация результатов для подтверждения гипотезы осуществлялась на базе Красноярской общеобразовательной школы № 24 среди учащихся девятого класса.

## Заключение

В заключение отметим, что наглядно продемонстрированная в данной статье технология разработки лабораторных компьютерных тестовых заданий позволяет прийти к выводу о том, что динамическое компьютерное тестирование имеет потенциал для развития и применения в управлении процессом обучения физике. Изложенный подход к тестированию позволяет видеть и анализировать не только результаты тестирования, но и процесс поиска решения учащимся во время выполнения тестовых заданий.

## Библиография

1. Бортновский С.В. и др. Динамическое компьютерное тестирование коммуникативности обучающихся решению задач // Сборник VI Международной конференции «Новые информационные технологии в образовании для всех: учебные среды». Киев, 2011. С. 3-9.
2. Бортновский С.В. и др. Компьютерная организация и диагностика бинарного взаимодействия обучающихся решению задач // Образовательные технологии и общество. 2012. № 3. С. 414-423.
3. Бортновский С.В. и др. Сетевые динамические компьютерные тесты-тренажеры коммуникативных способностей обучающихся решению задач // Управляющие системы и машины. 2012. № 2(238). С. 75-80.
4. Бортновский С.В., Дьячук П.П., Петрова Ю.О. Динамическое компьютерное тестирование продуктивной учебной деятельности // Сборник статей Международной научно-практической конференции «Теоретические и практические вопросы психологии и педагогики». Челябинск, 2015. С. 54-57.
5. Дьячук П.П. (ред.) Компьютерные системы управления и диагностики учебной деятельности в условиях коммуникаций и ограничения ресурсов. Красноярск: Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, 2014. 280 с.
6. Дьячук П.П. (ред.) Управление адаптацией обучающихся в проблемных средах и диагностика процессов саморегуляции учебных действий. Красноярск: Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, 2010. 312 с.
7. Дьячук П.П., Бортновский С.В., Шадрин И.В. О компьютерном динамическом тестировании // Материалы Международной научно-методической конференции «Развитие системы образования в России XXI века». Красноярск, 2003. С. 101-103.
8. Дьячук П.П., Кузьмин Д.Н. Компьютерная поддержка коллективного способа обучения // Сборник материалов научно-практической конференции «Актуальные проблемы качества педагогического образования». Новосибирск, 2003. С. 302.
9. Ефремова Т.П. Методы тестирования как оптимальный вариант контроля // Вестник ИрГТУ. 2011. № 8(55). С. 262-266.
10. Кузьмин Д.Н., Гриценко Е.М. Структурно-функциональная модель сетевого динамического тестирования на основе автомата // Образовательные технологии и общество. 2011. № 3. С. 337-353.

## Laboratory computer practical work as a means of managing the process of learning physics

**Sergei V. Bortnovskii**

PhD in Technical Sciences, Associate Professor,  
Deputy Director on Educational Work,  
Institute of Mathematics, Physics and Informatics,  
Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astaf'ev,  
660049, 89 Ady Lebedevoi st., Krasnoyarsk, Russian Federation;  
e-mail: bort\_sv@mail.ru

**Dmitrii N. Kuz'min**

PhD in Pedagogy, Associate Professor,  
Department of information technologies  
in education and lifelong learning,  
Institute of Education, Psychology and Sociology,  
Siberian Federal University,  
660041, 79 Svobodnyi av., Krasnoyarsk, Russian Federation;  
e-mail: dn\_kuzmin@mail.ru

**Irina N. Kosmynina**

Undergraduate,  
Department of information technologies  
in education and lifelong learning,  
Institute of Education, Psychology and Sociology,  
Siberian Federal University,  
660041, 79 Svobodnyi av., Krasnoyarsk, Russian Federation;  
e-mail: simply.94@mail.ru

**Abstract**

The article proposes the solution of the problem of managing the learning process. The authors of this article suggest using the technology of dynamic computer testing. The urgency of this problem is connected with the necessity of the use of new, flexible technologies for control of learning achievements. The authors conclude that one of the most optimal methods for control of learning achievements is testing, which is based on the interaction between the teacher and the student. The dynamic laboratory computer test tasks were selected as control means. The article also describes the results of a study of the problem of methodical work on the technology of creating dynamic computer tests for managing the learning process on an example of the theme "Kinematics". The use of this technology in managing the learning process makes it possible to objectively evaluate the knowledge and skills of students in different subject areas. The authors also consider the distinctive features of laboratory computer test tasks, which is based on feedback, and the possibilities of their using for managing the learning process. The article deals with the main points of the development of computer laboratory test tasks in physics. In conclusion the authors say about the prospects of using this technology in managing the process of learning of physics.

**For citation**

Bortnovskii S.V., Kuz'min D.N., Kosmynina I.N. (2017) Laboratornyi komp'yuternyi praktikum kak sredstvo upravleniya protsessom obucheniya fizike [Laboratory computer practical work as a means of managing the process of learning physics]. *Pedagogicheskii zhurnal* [Pedagogical Journal], 7 (5A), pp. 190-198.

**Keywords**

Learning management process, control of learning achievements; computer training systems; laboratory computer test tasks; dynamic testing; feedback.



---

## References

1. Bortnovskii S.V. et al. (2011) Dinamicheskoe komp'yuternoe testirovanie kom-munikativnosti obuchayushchikhsya resheniyu zadach [Dynamic computer testing of communication of students learning to solve problems]. *Sbornik VI Mezhdunarodnoi konferentsii "Novye informatsionnye tekhnologii v obrazovanii dlya vseh: uchebnye sredy"* [Proc. Int. Conf. "New information technologies in education for all: learning environment"]. Kiev, pp. 3-9.
2. Bortnovskii S.V. et al. (2012) Komp'yuternaya organizatsiya i diagnostika binarnogo vzaimodeistviya obuchayushchikhsya resheniyu zadach [Computer organization and diagnostics of binary interactions of students learning to solve the problems]. *Obrazovatel'nye tekhnologii i obshchestvo* [Educational technologies and society], 3, pp. 414-423.
3. Bortnovskii S.V. et al. (2012) Setevye dinamicheskie komp'yuternye testy-trenazhery kommunikativnykh sposobnosti obuchayushchikhsya resheniyu zadach [Dynamic network computer test simulators of communicative abilities of the students learning to solve the problems]. *Upravlyayushchie sistemy i mashiny* [Control systems and machines], 2(238), pp. 75-80.
4. Bortnovskii S.V., D'yachuk P.P., Petrova Yu.O. (2015) Dinamicheskoe komp'yuternoe testirovanie produktivnoi uchebnoi deyatel'nosti [Dynamic computer testing of a productive educational activity]. *Sbornik statei Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii "Teoreticheskie i prakticheskie voprosy psikhologii i pedagogiki"* [Proc. Int. Conf. "Theoretical and practical issues of psychology and pedagogy"]. Chelyabinsk, pp. 54-57.
5. D'yachuk P.P. (ed.) (2010) *Upravlenie adaptatsiei obuchayushchikhsya v problemnykh sredakh i diagnostika protsessov samoregulyatsii uchebnykh deistvii* [Management of adaptation of students to problematic environments, and diagnosis of processes of self-regulation of learning activities]. Krasnoyarsk: Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astaf'ev.
6. D'yachuk P.P. (ed.) (2014) *Komp'yuternye sistemy upravleniya i diagnostiki uchebnoi deyatel'nosti v usloviyakh kommunikatsii i ogranicheniya resursov* [Computer control systems and diagnosis of learning activities in terms of communication and resource constraints]. Krasnoyarsk: Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astaf'ev.
7. D'yachuk P.P., Bortnovskii S.V., Shadrin I.V. (2003) O komp'yuternom dinamicheskom testirovanii [On dynamic computer testing]. *Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-metodicheskoi konferentsii "Razvitie sistemy obrazovaniya v Rossii XXI veka"* [Proc. Int. Conf. "Development of education system in Russia in XXI century"]. Krasnoyarsk, pp. 101-103.
8. D'yachuk P.P., Kuz'min D.N. (2003) Komp'yuternaya podderzhka kollektivnogo sposoba obucheniya [Computer support of a collective method of learning]. *Sbornik materialov nauchno-prakticheskoi konferentsii "Aktual'nye problemy kachestva pedagogicheskogo obrazovaniya"* [Proc. Int. Conf. "Actual problems of pedagogical education quality"]. Novosibirsk, p. 302.
9. Efremova T.P. (2011) Metody testirovaniya kak optimal'nyi variant kontrolya [Methods of testing as the best way of control]. *Vestnik IrGTU* [Bulletin of Irkutsk State Technical University], 8(55), pp. 262-266.
10. Kuz'min D.N., Gritsenko E.M. (2011) Strukturno-funktsional'naya model' sete-vogo dinamicheskogo testirovaniya na osnove avtomata [Structural and functional model of network dynamic testing based on the machine]. *Obrazovatel'nye tekhnologii i obshchestvo* [Educational technologies and society], 3, pp. 337-353.