

МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ

УДК 53 (07)

Н. А. Оспенников, Е. В. Оспенникова

ВИДЫ КОМПЬЮТЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ И НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ

Рассматриваются функции компьютерных моделей в обучении, определяется их видовое разнообразие, уточняются термины, характеризующие конкретные виды компьютерных моделей. Указаны направления использования компьютерных моделей как средства предъявления «готового» знания и организации учебного исследования.

Ключевые слова: компьютерная модель, классификация компьютерных моделей, обучение физике, цели обучения.

Одним из новых видов учебных объектов, обогативших систему средств обучения, являются компьютерные модели (КМ). С момента своего появления КМ очень быстро вошли в состав практически всех образовательных ресурсов по физике. Это связано с их особыми дидактическими свойствами. Базирующиеся, как правило, на качественных физических и математических моделях реальных объектов и процессов учебные компьютерные модели как средство наглядности и объект познавательной деятельности учащихся несравнимы ни с одним другим учебным объектом. Достоинства КМ вполне очевидны. Компьютерные модели позволяют: 1) изучать достаточно сложные физические явления природы и технические объекты на уровне, доступном пониманию учащихся; 2) акцентировать внимание на главном, существенном в явлении благодаря упрощенной форме его представления и использованию эффектов мультимедиа; 3) изучать явление в «чистом» виде, точно моделируя требуемые условия его протекания; 3) наблюдать явление в динамике, т.е. фиксировать его развитие в пространстве и времени; 4) сопровождать работу модели визуальной интерпретацией закономерных связей между ее параметрами в форме графиков, диаграмм, схем; 5) осуществлять операции, невозможные в реальности, в частности: изменять пространственно-временные масштабы протекания явления, задавать и изменять параметры исследуемой системы объектов, не опасаясь за ее состояние, а также безопасность и сохранность среды окружения.

Моделинг – не единственная функция виртуальной среды, интерактив – еще одна принципиально важная ее функция. В соответствии с этими новыми возможностями виртуальной среды возник и стал развиваться наряду с демонстрационными моделями (анимациями) класс интерактивных моделей. Это уже не только «живая», но и управляемая

пользователем картинка изучаемой реальности. При использовании интерактива как весьма значимой функции виртуальной среды обучения к ранее указанным преимуществам компьютерной модели добавляются новые: 1) обеспечение деятельностного подхода к обучению, ориентированного на развитие ключевых компонентов учебной активности школьников: мотивационной сферы, умения планировать действия, выполнять их и контролировать качество полученного результата; 2) интенсификация процессов развития познавательной самостоятельности учащихся, определяющей успех учебной активности; 3) создание дополнительных условий для творческой деятельности.

Из сказанного следует, что компьютерная модель как новое средство обучения достойна серьезного внимания и разработчиков, и преподавателей. В составе других средств обучения КМ, как представляется, должна обеспечивать безусловный рост эффективности обучения.

Понятие «компьютерная модель» широко используется в педагогической лексике. Его смысл интуитивно понятен. Тем не менее необходимо уточнить толкование данного понятия по крайней мере в пределах настоящей публикации.

Компьютерная модель – это модель, реализация и исследование которой осуществляется с помощью компьютера (т.е. средствами виртуальной информационно-образовательной среды). Учебная компьютерная модель – это компьютерная модель, предназначенная для предъявления учащимся предмета учения (элементов «готового» научного знания – концептуального, процессуального) и формирования у них соответствующих познавательных умений, в том числе умений в выполнении компьютерного эксперимента как метода познания явлений природы.

Как видно, в определение понятия учебной компьютерной модели заложена информация об ее образовательном назначении. С одной стороны,

КМ может служить одним из эффективных способов предъявления и отработки у учащихся «готового» знания. В этом случае обнаруживают себя дидактические функции компьютерной модели. С другой стороны, данная модель может использоваться в обучении с целью формирования у учащихся опыта исследовательской деятельности – компьютерного моделирования. В этом качестве доминирует ее методологическая функция. Эта функция КМ уже обозначена в педагогической науке и обсуждалась ранее [1–3].

При анализе дидактических функций компьютерных моделей наиболее очевиден их иллюстративный потенциал. На самом деле спектр этих функций шире. Виртуальная модель в обучении может с успехом использоваться:

1) как средство предъявления элементов «готового» знания (манипуляции с моделью позволяют учащимся выявить и уяснить «встроенную» в модель информацию о свойствах объектов реального мира);

2) средство наглядности, сопровождающее традиционные словесные способы предъявления «готового» знания:

– концептуального:

– при изучении содержания и результатов научных экспериментов (научных фактов);

– для иллюстрации сущности эмпирических понятий;

– при анализе эмпирических закономерностей протекания природных явлений;

– при изложении компонентов теоретического знания: идеализированного объекта теории, теоретических понятий, принципов и постулатов, мысленных экспериментов и следствий теории;

– для визуального отображения элементов научно-технического знания (устройства и принципа действия отдельных приборов и их взаимодействующих систем, способов и приемов работы с приборами и техническими устройствами);

– процессуального (для иллюстрации содержания, порядка и правил выполнения действий и операций);

3) тренажер (средство отработки у учащихся отдельных познавательных умений и формирования навыков);

4) средство контроля уровня сформированности знаний и умений учащихся [2].

Дидактические и методологические функции компьютерных моделей в совокупности дают полное представление об их учебном назначении. Для реализации всего спектра функций КМ в обучении следует обеспечить необходимое и достаточное разнообразие их возможных видов.

Полная и объективная оценка возможного разнообразия учебных моделей предметной виртуаль-

ной среды может быть выполнена только при условии решения проблемы их классификации. Построение наиболее полной классификации КМ позволит уточнить перспективные направления дальнейшего развития их видового разнообразия в цифровых образовательных ресурсах, а также указать способы использования КМ различных видов в обучении.

При построении классификации учебных моделей должны быть выделены существенные для обучения основания деления. Такими основаниями являются: 1) объект моделирования; 2) способы и инструменты моделирования; 3) задачи, которые могут быть поставлены перед учащимися в работе с моделью. Соответственно, представляется возможным построение как минимум трех наиболее существенных классификаций КМ.

Первая классификация КМ по физике связана с выбором объекта моделирования. Это компьютерные модели:

1) реальных объектов и процессов: а) естественной природы; б) второй природы (инструментов, приборов, машин, технических комплексов и реализуемых на них технологических процессов);

2) идеализированных объектов, отображающих сущность (ядро) физических теорий;

3) действий и операций исследователя с объектами природы и техники.

Модели первого вида предназначены для формирования у учащихся компонентов эмпирического и научно-технического знаний. Они позволяют отобразить явления в виртуальной среде в варианте, близком к реальности. При этом глубина детализации в отображении свойств объектов, особенностей их поведения может быть различной. Демонстрация таких моделей может служить замещением показа реальных объектов и процессов в случаях, когда натурные наблюдения в ходе учебного процесса не предусмотрены, а выполнение соответствующего эксперимента в условиях школьной лаборатории затруднительно. Не менее полезны такие модели и в качестве средства сопровождения натуральных опытов, поскольку за счет мультимедийного инструментария виртуальной среды эти КМ позволяют успешно акцентировать внимание учащихся на главном, существенном в наблюдаемом явлении. Роль моделей этого вида трудно переоценить в формировании у учащихся верных представлений о содержании эмпирических понятий. Виртуальная модель явления, как правило, ярко и убедительно демонстрирует его внешние и существенные признаки. Именно эти признаки, как известно, фиксируются в определении эмпирических понятий. Виртуальные модели первого вида могут служить качественной иллюстрацией эмпирических закономерностей протекания природных

процессов. Наконец, с помощью этих моделей целесообразно изучать устройство различных технических объектов, а также особенности их работы.

Модели второго вида используются для формирования у учащихся теоретических представлений. Эти модели фактически являют собой компьютерные версии нашего теоретического знания о природе вещей (см. компьютерные модели: идеального газа, электромагнитного поля, строения атома и др.). С помощью таких КМ можно добиться более глубокого понимания учащимися: 1) структуры идеализированного объекта; 2) сущности теоретических понятий, его характеризующих; 3) принципов и постулатов теории, описывающих поведение идеализированного объекта; 4) основных следствий теории.

Модели третьего вида предназначены для формирования у учащихся практических умений (предварительная подготовка). При разработке таких моделей в виртуальной среде воспроизводится с той или иной долей подобия не только собственно исследуемый объект, но и соответствующие действия пользователя с этим объектом. Для пользователя наглядное отображение результатов этого решения на экране монитора создает фактически ситуацию виртуальной реальности. Такие учебные модели называют симуляторами. Симулятор может работать в демонстрационном и интерактивном режимах.

Второй классификацией компьютерных учебных моделей может быть классификация, в которой основанием деления является тип математической модели, выбранной для количественного описания явления. Это могут быть математические модели, предполагающие: 1) аналитическое описание явления на основе известных экспериментальных законов (или уравнений теории); 2) правдоподобное аналитическое описание явления на основе изначально иных математических уравнений, но включающих те же характеристики, что и исследуемое явление (при правильном выборе такие уравнения в своем решении могут достаточно хорошо описывать особенности протекания моделируемого явления).

За моделями первого вида какого-либо определенного названия не закрепилось. Модели второго вида получили название имитационных моделей.

Эта классификация учебных моделей имеет для системы образования особое значение, поскольку затрагивает проблему моделирования физических явлений в виртуальной среде не только профессиональными разработчиками электронных изданий, но и рядовыми пользователями. Действительно, построение простых имитационных моделей физических явлений (в особенности с применением стандартных инструментальных пакетов и специа-

лизированных инструментов учебной деятельности) является задачей вполне доступной и для непрофессиональных разработчиков (учащихся, учителей). Для учащихся это возможность в ситуации, соответствующей уровню их подготовки по информатике, реализовать в своей учебной деятельности обе стадии компьютерного эксперимента как метода познания (создание модели и дальнейшее ее исследование). Для учителя – возможность самостоятельно создавать учебные модели, реализующие его авторский подход к организации учебной деятельности школьников.

Необходимо отметить, что в рамках данной классификации можно с достаточной долей условности рассмотреть КМ, в основе математического описания которых лежат количественные соотношения, весьма далекие от соотношений, отражающих реальные свойства и закономерности поведения моделируемого объекта. Такие модели можно определить как грубую имитацию лишь отдельных характеристик объекта. Единственной целью такого моделирования является создание на экране некоего яркого образа, внешне подобного реальному явлению. При этом выделяются, как правило, единичные, но существенные для восприятия (распознавания) особенности поведения изучаемого объекта. Примером таких моделей могут служить некоторые компьютерные анимации. В условиях развития стандартных офисных приложений и инструментов визуального программирования (MS PP, Flash Macromedia, Visual Java и др.) создание простейших визуальных имитаций объектов природы и техники становится вполне доступным видом моделирования. При этом следует заметить, что понятие компьютерного эксперимента к таким виртуальным моделям неприменимо.

Третья классификация учебных компьютерных моделей связана с характером учебной задачи, которая ставится перед пользователем при работе с моделью. Это могут быть модели, предназначенные: 1) для усвоения элементов «готового» знания; 2) выполнения учебного исследования: а) в соответствии с заранее подготовленным сценарием (степень «жесткости» сценария может варьироваться, соответственно, будет меняться уровень самостоятельности учащегося в выполнении исследования); б) по плану, разработанному учащимся (максимально высокий уровень самостоятельности исследования).

Содержание поставленной перед учащимися задачи существенным образом определяет тип интерфейса программы, реализующей соответствующую модель. Модели первого вида отличаются достаточно простым учебным интерфейсом, включающим, как правило, ограниченное число «рычагов управления». Это кнопки «старт», «стоп», «пауза».

В интерфейс таких моделей нередко входят инструменты для наблюдения явления с разных позиций наблюдателя и в различных пространственно-временных масштабах. В ряде случаев в демонстрационном режиме могут варьироваться отдельные условия протекания явления. По запросу пользователя (или без такового) представляется подробная справка, включающая описание наблюдаемых на экране монитора эффектов, предьявляются поясняющие ситуацию графики, диаграммы, схемы, рисунки и пр. При такой организации интерфейса практически закрыт доступ к управлению алгоритмом программы, реализующей модель. Модель этого вида носит существенно предьявляющий характер. Назовем такие модели компьютерными демонстрациями. Интерактивная составляющая таких демонстраций может варьироваться от минимума (клавиши «старт», «стоп», «пауза») до вполне заметного числа управляющих клавиш, задающих предьявления пользователю «готового» знания («справка», «масштаб», «поворот» и т. п.).

Модели второго вида, как правило, имеют более сложный интерфейс, так или иначе сходный с интерфейсом компьютерного эксперимента, реализуемого в научных исследованиях. В отличие от моделей первого вида в таких моделях открыт доступ к управлению алгоритмом исполнения программы, реализующей решение соответствующей математической задачи (блоку ввода данных, блоку обработки данных и блоку вывода результатов на экран). Число степеней свободы, заданное в модели, и уровень доступа к управлению моделью могут быть разными, и этим определяется уровень интерактивности модели и, соответственно, уровень

сложности исследования работы данной модели. Пользователь сам планирует цели и порядок исследования такой модели. Для сложных моделей возможна поддержка процесса планирования в форме встроенного в учебную программу сценария исследования модели. В таких случаях в программе, реализующей модель, выделяются, как правило, относительно самостоятельные части или этапы. В рамках каждой части (этапа) пользователь может планировать свои действия вполне самостоятельно. Количество частей, или этапов, исследования модели, представленных в сценарии, определяет степень дробления действий пользователя и задает, соответственно, тот или иной уровень «жесткости» внешнего управления ходом его исследовательской работы. Интерфейс моделей второго вида не отображает никоим образом «готовое» научное знание. Результаты работы такой модели заранее не известны. Они не являются очевидными для учащегося и требуют от него творческого подхода к решению поставленной задачи. Результатом работы с такой моделью является, как правило, открытие «субъективно нового знания».

Представленные выше классификации компьютерных моделей охватывают, как представляется, достаточное для учебной практики их разнообразие. Различные сочетания указанных в данных классификациях видовых признаков моделей порождают множество их конкретных вариантов (таблица). Отдельным, часто используемым при проектировании учебных моделей сочетаниям их видовых признаков может быть присвоено вполне определенное название. Введем ряд терминов, обозначающих виды конкретных учебных компьютерных моделей.

Классификации компьютерных моделей

Классификация 1	Классификация 2	Классификация 3
1.1. Модели реальных объектов и процессов: – естественной природы; – второй природы (инструментов, приборов, машин, установок, технических комплексов и реализуемых на них технологических процессов)	2.1. Модели, построенные на аналитическом описании явления на основе известных экспериментальных законов (или уравнений теории)	3.1. Модели для усвоения элементов «готового» знания (концептуального, процессуального)
1.2. Модели идеализированных объектов, отображающих сущность (ядро) физических теорий	2.2. Модели, допускающие правдоподобное аналитическое описание явления (имитационные модели)	3.2. Модели для учебного исследования: – по плану, разработанному пользователем; – в соответствии готовым учебным сценарием
1.3. Модели действий и операций человека с объектами природы и техники	2.3. Компьютерные анимации (визуальная имитация свойств объекта)	

1. Учебные компьютерные модели, для которых характерны видовые признаки 1.1 в сочетании с признаком 3.1 (независимо от вида модели в рамках классификации 2), можно назвать компьютерными демонстрациями.

К таким моделям относится, например, компьютерная демонстрация физического опыта (наблюдения, эксперимента). Это модель, которая иллюстрирует ход опыта, но не допускает при этом вмешательства пользователя в алгоритм программы,

реализующей ее работу. После запуска такой модели пользователю демонстрируется весь опыт от начала до конца в соответствии с заранее разработанным сценарием. Существуют варианты компьютерной демонстрации физического опыта: 1) компьютерная демонстрация явления (пользователю предъявляется модель явления в естественных условиях его протекания); 2) компьютерная демонстрация физического эксперимента (пользователю предъявляется модель работы экспериментальной установки и наблюдаемого на ней эффекта). Возможны также компьютерные демонстрации технических объектов.

Интерактивная составляющая любых компьютерных демонстраций сводится к управлению запуском модели, порядком и некоторыми особенностями способов предъявления «готового» знания, носителем которого выступает данная модель. В зависимости от выбора признаков, относящихся к классификации 2 (2.1, 2.2 или 2.3), демонстрационные возможности таких моделей будут существенно отличаться.

2. Учебные компьютерные модели с видовыми признаками 1.2 в сочетании с признаком 3.1 можно обозначить компьютерными демонстрациями структуры и свойств идеализированного объекта теории. Математическое описание такой модели в соответствии с классификацией 2 также может быть любым. По интерактивным свойствам эти модели аналогичны моделям, рассмотренным в пункте 1.

3. Учебные КМ с видовыми признаками 1.3 в сочетании с любыми признаками классификации 2 и 3 следует определить как компьютерные симуляции. Компьютерная симуляция деятельности человека в условиях, приближенных к реальным, чрезвычайно эффективна в учебных целях. Согласно классификации 3 целевые ориентиры компьютерных симуляций могут существенно различаться. Одни симуляторы могут использоваться с целью предъявления учащимся образа выполнения действия (демонстрация работы «виртуального пользователя») и далее для многократной отработки этого действия в однотипных условиях (тренаж) (см. признак 3.1). Другие симуляторы могут использоваться с целью организации учебного исследования (см. признак 3.2).

При проектировании таких моделей в зависимости от того, какой признак реализуется из классификации 3, подбираются соответственно признаки 2.1–2.3 из классификации 2 (см. табл.), т. е. определяется вид математической модели для разработки алгоритма программы, реализующей данную симуляцию. При сочетании признаков 1.3, 2.1 (или 2.2) и 3.2 (компьютерная симуляция, реализуемая как учебное исследование) получается модель, которая очень удачно сочетает в себе возмож-

ности полноценного компьютерного эксперимента и имитацию реальных действий пользователя с объектом исследования («виртуальная реальность»). Это, безусловно, очень ценно в учебном плане, так как позволяет за счет эффективных визуальных приемов сосредоточить внимание учащихся на существенных свойствах исследуемого объекта и освоении основных этапов его исследования. Надо отметить, что учебные модели этого типа являются наиболее сложными и трудоемкими для разработки.

Что касается конкретных примеров учебных симуляций, то следует сказать, что в курсе физики достаточно популярны компьютерные симуляции физических опытов (наблюдений и экспериментов). Модели этого вида в той или иной степени имитируют деятельность ученого по «добыванию» научных фактов. Такая симуляция в варианте «тренаж» имеет своей целью не только изучение особенностей устройства и работы конкретной опытной установки, но и ориентирована на практическую подготовку учащихся к проведению отдельных этапов натурального физического опыта. С помощью такого симулятора возможно формирование у учащихся отдельных экспериментальных умений и навыков: 1) выполнения некоторых действий и операций (предъявление образца действия и тренаж); 2) проведения конкретного физического эксперимента в целом (демонстрация образца деятельности и тренаж). Разработанные на основе математических моделей вида 2.1 и 2.2 (см. табл.) симуляторы будут эффективны и при проведении учебных исследований – учебных компьютерных экспериментов, включающих, как правило, только вторую стадию поиска (т. е. исследование «готовой» модели).

При изучении прикладных вопросов курса физики будут интересны и полезны для учащихся компьютерные симуляции работы с техническими устройствами (инструментами, приборами, машинами, технологическими комплексами т. п.). Симуляции этого вида также допускают и режим тренажера, и режим исследования технического объекта на «виртуальном стенде» [4].

Важно не только построить классификации КМ и обозначить их конкретные варианты, но и показать, как эти модели могут использоваться в обучении при решении вполне определенных образовательных задач. Рассмотрим направления использования КМ различных видов в обучении физике.

Учебные компьютерные модели, предназначенные для усвоения «готового» знания:

- а) компьютерные демонстрации физических явлений как средство изучения:
 - внешних признаков явлений;
 - содержания эмпирических понятий;

– проявлений эмпирических законов в природе и технике;

– эмпирических оснований изучаемой теории;

б) компьютерные демонстрации физического эксперимента как иллюстрация содержания и логики проведения соответствующего натурального эксперимента, в том числе содержания постановки исторических опытов, включающая визуализацию натурной установки и порядка ее работы, предъявление результатов эксперимента (в форме наблюдаемых эффектов, таблиц, схем, диаграмм, графиков функциональной зависимости);

в) компьютерные демонстрации технических объектов (приборов, машин, технологических комплексов), включающие:

– визуализацию устройства технического объекта и его отдельных частей;

– принципа и порядка работы,

– области и правил использования;

г) компьютерные демонстрации идеализированного объекта теории как средство иллюстрации элементов физических теорий:

– структуры идеализированного объекта;

– теоретических понятий, постулатов и принципов, описывающих его поведение;

– содержания мысленных экспериментов, в том числе исторических, подтверждающих справедливость исходной теоретической модели явления;

– следствий теории;

д) компьютерная симуляция физического эксперимента (тренаж) – пошаговое отображение содержания и логики проведения соответствующего натурального эксперимента, в том числе исторических опытов, включающее:

– визуализацию натурной установки и возможных режимов ее работы;

– интерактивную процедуру подготовки установки к эксперименту;

– процедуру сбора фактов (в форме данных виртуального эксперимента);

– обработку данных эксперимента, их представление в форме таблиц; схем, диаграмм, графиков функциональной зависимости;

е) компьютерные симуляции работы технических устройств (тренаж) как средство изучения и

первичного практического освоения их правил сборки и использования.

Учебные компьютерные модели и инструментальные среды, предназначенные для учебного исследования:

а) компьютерная симуляция физического эксперимента (исследование) – пошаговое отображение содержания и логики проведения натурального эксперимента, в том числе исторических опытов, включающее:

– визуализацию натурной установки и выбор режима ее работы;

– имитацию процедуры подготовки установки к эксперименту;

– имитацию действий по управлению работой установки и снятию показаний приборов (сбор фактов в форме данных виртуального эксперимента);

– самостоятельную обработку данных эксперимента, их представление в форме таблиц, схем, диаграмм, графиков функциональной зависимости с использованием встроенного инструментария;

б) инструментальные среды для построения сложных моделей из некоторой совокупности «готовых» базовых моделей – учебные конструкторы, предназначенные для моделирования и исследования:

– физических явлений,

– технических объектов и их систем (в частности экспериментальных установок для проведения эксперимента) [4];

в) компьютерный эксперимент (исследование поведения «готовой» численной модели явления):

– для исследования особенностей поведения модели физического явления при различных значениях его параметров и в различных условиях;

– для исследования особенностей поведения моделей технических объектов и их систем (в частности для проведения эксперимента).

Итак, видовой состав компьютерных моделей весьма разнообразен. Указанные виды и направления использования компьютерных моделей в обучении физике помогут разработчикам виртуальной учебной среды определиться с составом КМ, необходимых для организации учебного процесса по физике, а учителям сориентироваться в выборе «готовых» моделей для учебных занятий и определении целей их использования в обучении.

Список литературы

1. Оспенникова Е. В. Методологическая функция виртуального лабораторного эксперимента // Информатика и образование. 2002. № 11. С. 83–89.
2. Оспенников Н. А. Школьный физический эксперимент в условиях развития компьютерных технологий обучения // Вестник ПГПУ. Сер. «ИКТ в образовании». 2006. Вып. 2. С. 47–76.
3. Старовиков М. И. Становление исследовательской деятельности школьников в курсе физики в условиях информатизации обучения: монография. Барнаул: Барнаульский гос. пед. ун-т, 2006. 318 с.
4. Баяндин Д. В. Моделирующие системы как средство развития информационно-образовательной среды. Пермь: Изд-во Перм. гос. тех. ун-та, 2007. 330 с.

Оспенников Н. А. кандидат педагогических наук, ст. преподаватель.

Пермский государственный педагогический университет.

Ул. Пушкина, 42, г. Пермь, Пермский край, Россия, 614990.

E-mail: ospennikov@bk.ru

Оспенникова Е. В. доктор педагогических наук, профессор, зав. кафедрой.

Пермский государственный педагогический университет.

Ул. Пушкина, 42, г. Пермь, Пермский край, Россия, 614990.

E-mail: evos@bk.ru

Материал поступил в редакцию 11.01.2010.

N. A. Ospennikov, Ye. V. Ospennikova

TYPES OF COMPUTER MODELS AND THEIR APPLICATIONS IN TEACHING PHYSICS

The article discusses the functions of computer models in teaching Physics and the diversity of their types. A more accurate definition of terminology, describing concrete types of computer models is suggested. The ways of using computer models at the lessons of Physics are presented.

Key words: *computer model, typology of computer models, teaching Physics, aims of teaching.*

Ospennikov N. A.

Perm State Pedagogical University.

Ul. Pushkin, 42, Perm, Perm kray, Russia, 614990.

E-mail: ospennikov@bk.ru

Ospennikova Ye. V.

Perm State Pedagogical University.

Ul. Pushkin, 42, Perm, Perm kray, Russia, 614990.

E-mail: evos@bk.ru