

ПЕДАГОГИКА И ДИДАКТИКА ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА

УДК 378 (14.35.09)

С. М. Комарова

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТОВ

Рассматривается изучение компьютерного моделирования на различных ступенях образовательного процесса – от школы до вуза, формулируются компетенции, приобретаемые учащимися при изучении компьютерно-математического моделирования и обосновывается необходимость дальнейшего развития в вузе компетенций, полученных в школе. Предлагается новый подход к обучению студентов математических направлений подготовки математике и информатике средствами компьютерного моделирования. Данная методика построена на принципах компетентностного подхода, межпредметных связей учебных дисциплин математики и информатики, способствует формированию исследовательской компетенции.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, математическое моделирование, исследовательская компетенция, межпредметные связи, обучение студентов.

Требования, предъявляемые обществом на современном этапе развития к выпускникам вузов, отражены в Федеральном государственном образовательном стандарте (ФГОС) [1], построенном на принципах компетентностного подхода. Данный подход предполагает увеличение роли методологической, проектной и научно-исследовательской работы в профессиональной деятельности выпускников бакалавриата, в том числе и математических направлений подготовки и направлений подготовки, связанных с информационными технологиями [2]. Одной из ведущих в системе профессиональных компетенций, в приложении к практической деятельности, является исследовательская компетенция [3], которая неявно присутствует в ряде общекультурных (ОК) и профессиональных (ПК) компетенций ФГОС для математических и связанных с информационными технологиями направлений подготовки, в том числе направления «Педагогическое образование», профиль «Информационные технологии в образовании».

Анализ стандартов (направление 02.03.01 – «Математика и компьютерные науки», направление 44.03.01 – «Педагогическое образование», направление 09.03.03 – «Прикладная информатика») [1] позволил выделить следующие компетенции, предполагающие развитие у выпускников готовности к исследовательской деятельности:

– владение культурой мышления, способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения

(ОК-1; ОК-10) – все вышеперечисленные направления;

– способность ставить и решать прикладные задачи с использованием современных информационно-коммуникационных технологий (ПК-4); владение методом алгоритмического моделирования при анализе постановок математических задач (ПК-19) – бакалавры математики;

– владение методами математического и алгоритмического моделирования при анализе и решении прикладных и инженерно-технических проблем (ПК-20), при анализе управленческих задач в научно-технической сфере, а также в экономике, бизнесе и гуманитарных областях знаний (ПК-24) и т. д. – бакалавры прикладной информатики;

– способность применять методы математической обработки информации, теоретического и экспериментального исследования (ОК-4), использовать возможности образовательной среды, в том числе информационной, для обеспечения качества учебно-воспитательного процесса – бакалавры по направлению «Педагогическое образование».

Для формирования вышеперечисленных компетенций ФГОС регламентирует широкое использование средств информационных технологий (ИТ). Таким образом, исследовательская компетенция предполагает сочетание (интеграцию) фундаментальных знаний и готовность их применять на практике с использованием средств ИТ, т. е. фундаментализацию и прикладную практическую направленность образования.

По С. А. Розановой, профессионально-практическая направленность образования предполагает отбор содержания образования на основе организации межпредметных связей учебных дисциплин [4].

Таким образом, для достижения поставленных обществом и государством целей обучения, выражающихся в формировании необходимых компетенций, перечисленных выше, нужно организовать учебный процесс на основе адекватного целям содержания образования, широкого использования средств ИТ, реализации межпредметных связей учебных дисциплин. Инструментом интеграции в процессе обучения математическим дисциплинам (математике и информатике) студентов по направлениям, связанным с применением ИТ, может служить математическое и компьютерное моделирование (Н. А. Бурмистрова, Е. И. Травкин и др.).

Математическая модель – описание какого-либо реального объекта с помощью математической символики: формул, уравнений и других математических соотношений [5; 6, с. 343].

Математическая модель появляется в результате *формализации* некоторой текстовой задачи с помощью математического аппарата. Формализация – это замена реального объекта или процесса его формальным описанием [5].

Этап формализации задачи является важнейшим и одновременно одним из самых сложных для студентов, поскольку математика оперирует абстрактными понятиями, которые заменяют в процессе моделирования объекты и их свойства. Важное значение на данном этапе имеет четкое гуманитарное (словесное) осмысление того, что моделируется.

Рассмотрим пример, наглядно иллюстрирующий, как переход от текстового описания к формальному математическому описанию значительно упрощает решение задачи: «возьми известное количество, два раза умноженное на неизвестное количество, добавь к этому второе количество, умноженное на неизвестное количество и т. д.». Это записанное словами квадратное уравнение, которое решали еще древние египтяне и решению которого в наши дни обучают в школе. Введя буквенные обозначения a , b , c и неизвестную переменную x , получаем квадратное уравнение.

Элементы математического моделирования зародились с началом появления точных наук, некоторые методы вычислений носят имена известных ученых того времени, Ньютона, Эйлера и др., а слово «алгоритм» произошло от имени средневекового арабского ученого Аль-Хорезми. Одним из примеров созданной человеком системы моделей, адекватно отражающей широкий класс процессов и явлений реального мира, являются моде-

ли классической механики. Следующий этап развития данной методологии – 40–50-е гг. XX в., характеризующийся появлением первых ЭВМ, избавивших ученых от рутинной и трудоемкой вычислительной работы, и непростой политической обстановкой в мире – выполнение национальных программ СССР и США по созданию ракетно-ядерного щита, которые не могли быть реализованы традиционными методами.

Еще тогда Н. Бор отмечал, что «в нашем обсуждении мы не будем рассматривать математику как отдельную отрасль знаний; мы будем считать ее скорее усовершенствованием общего языка, оснащающим его удобным средством для отображения таких зависимостей, для которых обычное словесное выражение оказалось бы неточным или слишком сложным» [7]. Действительно, хорошо продуманная математическая модель является универсальным средством общения. В случае сложных описаний и понятий все языки, в основе которых лежит слово, оказываются неточными в той или иной мере. Правильно построенные модели помогают устранить эти неточности путем сжатости и точности представления заданной ситуации [8].

В настоящее время математическое моделирование находится на новом этапе своего развития. Без процесса моделирования ни один крупномасштабный проект всерьез не рассматривается. Математическое моделирование является неизбежной составляющей научно-технического прогресса. Поэтому современному специалисту в области информационных технологий необходимо владеть методами математического и компьютерного моделирования для успешного осуществления профессиональной деятельности.

Большинство математических моделей требует проведения аналитических или численных расчетов на компьютере, т. е. компьютерного эксперимента. Реализация математической модели средствами ИТ позволяет получить компьютерную модель, основанную на специфических средствах моделирования и определенных методах расчетов значений выходных параметров по значениям входных параметров. Компьютерное моделирование необходимо в случаях, когда провести натуральный эксперимент не представляется возможным: моделирование исторических событий, космологических теорий и т. д.

Работа не с самим объектом, а с его моделью дает возможность безопасно исследовать его поведение в любых ситуациях. Особенно это актуально в настоящее время, когда идет бурное развитие вычислительной техники. С совершенствованием алгоритмов и вычислительных мощностей современных компьютеров развивается и методология математического моделирования.

Методы математического моделирования являются одной из форм межпредметной деятельности, позволяют реализовать межпредметные связи (И. П. Лебедева, Л. П. Жагорина, Е. И. Травкин, Н. А. Бурмистрова и др.). Для решения задач из различных областей наук строятся соответствующие математические модели, для исследования которых широко используются средства ИТ.

Математическая и компьютерная модели взаимосвязаны посредством инструментов информационных технологий, которые позволяют преобразовать математическую модель в компьютерную при наличии формального описания первой. Благодаря тесной взаимосвязи математического аппарата и вычислительных средств персонального компьютера для любой математической модели можно получить компьютерную. ИТ предоставляют широкие возможности визуализации результатов моделирования, например изображение графика, при моделировании движения тела, брошенного под углом к горизонту. Компьютерное моделирование является универсальным инструментом решения классов задач, предполагающих построение математической модели.

Анализ различных источников, посвященных компьютерному моделированию, позволяет выделить следующие классы средств компьютерного моделирования для исследования и уточнения математических моделей в зависимости от их функционала (табл. 1)

Таблица 1
Классификация средств компьютерного моделирования

Классы средств компьютерного моделирования	Функции
Языки и системы программирования (например Object Pascal, Delphi, Visual Basic, Visual C и т. д.)	Позволяют исследовать любую математическую модель, независимо от типа задачи, цели моделирования и формы представления результата, пользователь-программист самостоятельно строит на основе математической модели алгоритм и компьютерную модель и имеет возможность уточнения модели на каждом этапе моделирования. Являются средством создания специализированных прикладных программ для исследования определенных в некоторой предметной области моделей
Математические пакеты аналитических и символьных преобразований (MathCad, Maple, Mathematica, MathLab и др.)	Позволяют производить сложные математические расчеты для построенных математических моделей, например систем обыкновенных и дифференциальных уравнений, хорошо подходят для решения задач, требующих графического представления результата моделирования

Специализированные программы для исследования моделей (AutoCad, SCAD Office, ADAMS, Mechanical Dynamics)	Созданы с помощью среды программирования, позволяют исследовать определенные математические модели; не углубляясь в алгоритм вычисления, обеспечивают диалог пользователя и компьютера для введения начальных данных и выведения результата (например, программа построения траектории движения тела, брошенного под углом к горизонту, требует введения начальных данных: начальной скорости тела и начального угла)
--	---

Специализированные программы исследования определенных моделей представляют меньший интерес для обучения студентов, так как они ориентированы на выполнение расчетов по имеющейся математической модели с целью решения специальных классов задач, понятных и представляющих интерес только профессионалам в предметной области.

Выбор прикладного математического пакета для реализации компьютерного моделирования зависит от цели моделирования и требуемой формы представления конечного результата. Математические приложения включают готовые инструменты для исследования построенной модели, используя которые, обучающийся строит алгоритм решения формализованной задачи в зависимости от требуемого результата. Например, для представления модели в графическом виде (график) разумно использовать математический пакет MathCad, который позволяет строить различные виды графиков на плоскости и в пространстве, в том числе и для уравнений, заданных параметрически. Maple используется, если исследование формализованной модели требует многочисленных символьных вычислений и преобразований с целью упрощения ее представления. Табличные процессоры, например Excel, позволяют строить и исследовать различные виды моделей: математические, физические, статистические, биологические и т. д.

Универсальным средством ИТ моделирования является программирование. Изучение компьютерного моделирования с использованием языков и систем программирования начинается еще в школе: основы программирования изучаются в рамках базового уровня подготовки по информатике, в старшей школе в рамках углубленного уровня подготовки продолжается рассмотрение языков и систем программирования. По Н. В. Макаровой и Ю. Н. Ниловой при моделировании в среде программирования возможно реализовать любую цель моделирования, используя для этого различные средства языка программирования: обработку текстов, обработку числовых данных, графические средства и другое [9]. Моделирование в среде программирования способствует развитию

таких, например, умений и навыков учащихся: алгоритмическое мышление; создание программ на алгоритмическом языке высокого уровня; написание на языке программирования решения задачи и отладка программы, представление о компьютерно-математических моделях (на базовом уровне); владение элементарными навыками формализации прикладной задачи и опытом построения и использования компьютерно-математических моделей, проведения экспериментов, интерпретации результатов, получаемых в ходе моделирования (на углубленном уровне) [10].

Для обучения школьников основам программирования был разработан язык Лого (С. Пейперт, 1967 г.). Применяя особое «кибернетическое существо», Черепашку (существуют аналоги исполнителя Черепашки: Чертежник, Робот, Паркетчик), которая является исполнителем команд и изображает на экране чертежи и рисунки, состоящие из прямолинейных отрезков, учащиеся составляют алгоритмы, последовательность действий, которые нужно выполнить Черепашке, чтобы изобразить требуемую геометрическую фигуру, например правильный многоугольник. Для построения фигуры учащийся сначала строит математическую модель: описывает последовательность шагов построения, определяет углы поворотов и количество повторений действий Черепашки.

Таким образом, у учащихся уже на начальной ступени обучения моделированию формируется представление о тесной взаимосвязи математики и информатики. Изучение моделирования на данном этапе образовательного процесса построено на дидактическом принципе наглядности: визуальное представление процесса работы программы способствует лучшему формированию абстрактного, алгоритмического и научного типов мышления, мотивации к обучению и познанию окружающего мира, а также развитию навыка использования знаний из разных областей в познавательной и социальной практике.

На следующей ступени, в рамках базового и углубленного уровня учащиеся изучают процедурные языки программирования, такие как Pascal, Basic. Авторы учебников выбирают эти языки, поскольку они достаточно просты для изучения и вместе с тем обладают большими возможностями. При обучении учащихся программированию также предлагаются задачи с математическим содержанием. Приведем примеры таких заданий: задача Фибоначчи, возведение в степень, перевод чисел из одной системы счисления в другую и др. В старшей школе, в рамках углубленного уровня, предполагающего подготовку к последующему профессиональному образованию, продолжается изучение компьютерного моделирования, но уже

с помощью объектно-ориентированных сред программирования, например Delphi, Visual Basic. Типичной задачей с математическим содержанием на данном этапе обучения является создание «калькулятора», производящего основные арифметические действия, а затем и мультисистемного калькулятора, выполняющего более сложные математические операции: возведение в степень, перевод чисел из одной системы счисления в другую.

Содержательная линия формализации и моделирования в школьном курсе информатики на базовом и углубленном уровнях подготовки выполняет важную педагогическую задачу: развитие системного мышления учащихся, которое позволяет выделять в окружающей действительности отдельные объекты, их существенные признаки, видеть отношения между ними, классифицировать их и объединять в множества, строить схемы и видеть внутреннюю структуру объекта и т. д.

Актуальной представляется задача развития этих компетенций на уровне высшей школы для направлений подготовки, связанных с математикой, информатикой, информационными технологиями, в том числе и для образовательных программ направлений педагогического образования. Овладение методами компьютерного моделирования способствует систематизации математических знаний студентов, развитию у них представлений о практической значимости математических методов, формированию понимания тесной взаимосвязи математики и информатики, развитию исследовательской компетенции.

В то же время, как показывает практика и анализ научно-педагогической, методической литературы (диссертационные исследования Т. В. Беловой (2009), Д. Д. Бычковой (2011), О. В. Лысенковой (2008) и др.), в большинстве случаев у студентов начальных курсов возникают сложности при решении задач, требующих готовности применять в совокупности знания, полученные по отдельным дисциплинам. Знания, которые были получены в рамках изучения дисциплины «Математика», «забываются» на занятиях по дисциплине «Информатика», студенты не всегда готовы применять освоенный математический аппарат для решения практических задач средствами ИТ. Рассмотрим пример: «Даны координаты трех вершин треугольника и координаты некоторой точки. Проверить, лежит точка вне или внутри треугольника». Как правило, у студентов возникают проблемы с математическим описанием данной задачи: как описать треугольник, как определить положение точки относительно треугольника? При использовании средств ИТ (среды программирования) и двух математических формул задание решается просто, не требует больших временных затрат, студенты

имеют возможность исследовать решение задачи при различных входных параметрах (учесть при решении задания, что две или три прямые могут быть параллельны, точка может принадлежать одной из сторон треугольника, может быть вершиной треугольника и т. д.). Из данного примера видно, что компьютерное моделирование способствует систематизации математических знаний студентов, развитию у них представлений о практической значимости математических методов, формированию понимания тесной взаимосвязи математики и информатики, а также формированию исследовательской компетенции.

Развитие у студентов математических направлений подготовки готовности эффективно использовать компьютерное моделирование как универсальный метод решения практических задач из различных научных областей предполагает разработку новых подходов к отбору согласованного содержания дисциплин математического и информационно-технологического циклов, новых форм, средств и методов обучения при подготовке студентов.

Как было обозначено выше, универсальным средством компьютерного моделирования является программирование.

Можно выделить два наиболее распространенных подхода к преподаванию дисциплин, включающих использование компьютерного моделирования. Первый подход предполагает, что математическая и компьютерная модель для решения задачи преподавателем уже построена (т. е. программа написана), обучающийся участвует только в заключительном этапе ее тестирования, имеет возможность по шагам отследить различные этапы выполнения программы, получение ответа. Затем студентам предлагается более сложная задача, для решения которой используются знания из изученной на предыдущем этапе задачи с некоторыми дополнениями, требующими самостоятельного освоения новых компонентов среды программирования, разработки нового визуального представления результатов моделирования, использования дополнительного математического аппарата и т. д.

Второй подход основывается на проектном методе обучения, предполагает самостоятельную работу студента по построению сначала математической, а затем и компьютерной модели и разработку программы. Данный подход чаще всего реализуется в рамках подготовки выпускной квалификационной работы, научно-исследовательской работы магистров и т. д.

Мы считаем, что при обучении студентов математике и информатике с использованием компьютерного моделирования целесообразно использовать первый подход, связанный с развитием у сту-

дентов способности анализировать готовый программный код и модифицировать его в соответствии с новыми условиями задачи. На практике, в рамках профессиональной деятельности, специалисты в области компьютерного моделирования чаще всего сталкиваются с необходимостью видоизменить уже готовую компьютерную модель для своих конкретных условий. Многие стандартные задачи уже решены, но требуется дополнить решение для своей конкретной задачи.

Анализ этапов построения компьютерной модели [5, 9] позволил выделить компетенции, формируемые у студентов при их изучении (табл. 2).

Таблица 2
Компетенции, формируемые при изучении этапов моделирования

Этап построения компьютерной модели	Компетенции, формируемые при изучении этапов моделирования
1. Математическое описание задачи	Способность ставить цель исследования, анализировать имеющуюся информацию, создавать формализованное описание задачи
2. Построение алгоритма решения задачи	Владение культурой алгоритмического и научного стилей мышления, способность находить закономерности, возможные повторения, выбирать адекватный задаче инструмент решения
3. Запись алгоритма на языке программирования	Способность творчески подходить к решению задачи, готовность использовать знания различных учебных дисциплин в решении задач, владение методами алгоритмического моделирования
4. Ввод и синтаксический анализ программы	Способность мыслить аналитически
5. Тестирование программы и доказательство правильности полученного решения	Способность адекватно оценивать результат моделирования, находить возможные пути усовершенствования построенного алгоритма решения

Отбор классов математических задач как содержательной основы при обучении программированию должен базироваться на согласованном содержании дисциплин математического и информационно-технологического циклов образовательной программы подготовки: математический аппарат, на основе которого строятся компьютерные модели, должен быть известен студентам. Кроме этого, целесообразно включить в содержание обучения классы задач из различных разделов высшей математики (дискретная математика, алгебра, математический анализ, теория вероятностей, геометрия и т. д.) с тем, чтобы продемонстрировать студентам различные подходы:

- к созданию формализованного описания задачи на основе математического формализма,
- подбору адекватных структур данных,
- разработке программного кода с использованием встроенных компонентов программной среды и отладке программы,
- выбору и программной реализации наглядного представления результатов моделирования,
- тестированию программы и анализу полученных результатов.

В содержание обучения по каждой тематике включается серия задач различного уровня сложности для формирования у студентов целостного представления о методах компьютерного модели-

рования, используемых для выбранного класса задач.

Таким образом, метод математического, а следовательно, и компьютерного моделирования является одной из форм межпредметной деятельности, позволяющий интегрировать знания и виды деятельности из различных областей наук, в нашем случае математики и информатики, что в значительной мере способствует развитию исследовательской компетенции студентов.

Предлагаемый подход автор использует при обучении студентов математических направлений подготовки в Российском государственном педагогическом университете им. А. И. Герцена.

Список литературы

1. Федеральные государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования по направлениям подготовки бакалавриата [официальный сайт Минобрнауки РФ]. URL: <http://минобрнауки.рф/документы/924> (дата обращения: 13.04.2015).
2. Баранова Е. В., Лаптев В. В., Симонова И. В. Педагогическая компетентность магистров информационных технологий // Профессиональное образование. Столица. 2011. № 11. С. 8–11.
3. Лебедева И. П. О технологиях обучения в вузе на основе математического моделирования // Современные исследования социальных проблем. 2012. № 4 (12) [электронный научный журнал]. URL: <http://sisp.nkras.ru/e-ru/issues/2012/4/lebedeva.pdf> (дата обращения: 13.04.2015).
4. Розанова С. А. Математическая культура студентов технических университетов. М.: Физматлит, 2003. 176 с.
5. Лапчик М. П., Семакин И. Г., Хеннер Е. К. Методика преподавания информатики: учеб. пос-е для студентов пед. вузов. М.: Изд. центр «Академия», 2003. 624 с.
6. Математический энциклопедический словарь / гл. ред. Ю. В. Прохоров, М.: Сов. энцикл., 1988. 847 с.
7. Бор Н. Единство знаний. Избранные научные труды. М.: Наука, 1971. Т. 2. С. 481–497.
8. Скурихин В. И., Шифрин В. Б., Дубровский В. В. Математическое моделирование. К.: Техніка, 1983. 270 с.
9. Макарова Н. В., Нилова Ю. Н. Моделирование средствами языка программирования как технология системно-деятельностного подхода в обучении // Пед. образование в России. 2012. № 5. С. 83–87.
10. Федеральные государственные образовательные стандарты общего образования [официальный сайт Минобрнауки РФ]. URL: <http://минобрнауки.рф/документы/543> (дата обращения: 13.04.2015).

Комарова С. М., аспирант.

Псковский государственный университет.

Пл. Ленина, 2, Псков, Россия, 180000.

E-mail: planet08@rambler.ru

Материал поступил в редакцию 05.09.2014.

S. M. Komarova

COMPUTER SIMULATION AS A MEANS OF DEVELOPMENT OF RESEARCH COMPETENCE OF STUDENTS

The article deals with the study of computer simulations on different stages of the educational process, from school to university. The competencies that students acquire in the study of computer and mathematical modeling are formulated. The necessity of further development of the university competences acquired in school is proved. The author offers a new approach to teaching students of mathematical training areas mathematics and computer science by means of computer simulation. This technique is based on the principles of competence-based approach, interdisciplinary connections disciplines of mathematics and computer science, promotes the formation of research competence. The author uses this approach in teaching students of mathematical training areas at Herzen University.

Key words: *computer simulation, mathematical modeling, research competence, interdisciplinary communication, training of students.*

References

1. *Federal'nye gosudarstvennye obrazovatel'nye standarty vysshego professional'nogo obrazovaniya po napravleniyam podgotovki bakalavriata* [Federal state educational standards of higher professional education in the areas of training undergraduate]. Ofitsial'nyy sayt Minobrnauki RF [The official website of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation] (in Russian). URL: <http://минобрнауки.рф/документы/924> (accessed 13 April 2015).
2. Baranova Ye. V., Laptev V. V., Simonova I. V. Pedagogicheskaya kompetentnost' magistrrov informatsionnykh tekhnologiy [Pedagogical competence of the master of Information Technology]. *Professional'noe obrazovanie. Stolitsa – Professional education. Capital*, 2011, no. 11, pp. 8–11 (in Russian).
3. Lebedeva I. P. O tekhnologiyakh obucheniya v vuze na osnove matematicheskogo modelirovaniya [About technologies of training in higher education institution on the basis of mathematical modeling]. *Sovremennye issledovaniya sotsial'nykh problem – Modern studies of social problems*, 2012, no. 4 (12) (in Russian). URL: <http://sisp.nkras.ru/e-ru/issues/2012/4/lebedeva.pdf> (accessed 13 April 2015)
4. Rozanova S. A. *Matematicheskaya kultura studentov tekhnicheskikh universitetov* [Mathematical culture of students of technical universities]. Moscow, FIZMATLIT Publ., 2003, 176 p. (in Russian).
5. Lapchik M. P., Semakin I. G., Henner Ye. K. *Metodika prepodavaniya informatiki: ucheb. posobie dlya stud. ped. vuzov* [Methods of Teaching computer science: Textbook for students of pedagogical universities]. Moscow, Izdatel'skiy tsentr "Akademiya" Publ., 2003, 624 p. (in Russian).
6. *Matematicheskiy entsiklopedicheskiy slovar'* [Mathematical encyclopedic dictionary]. Gl. red. Yu. V. Prokhorov. Moscow, Sovetskaya entsiklopediya Publ., 1988. 847 p. (in Russian).
7. Bor N. *Edinstvo znaniy. Izbrannye nauchnye trudy* [The unity of knowledge. Selected scientific papers]. Moscow, Nauka Publ., 1971. Vol. 2. Pp. 481–497 (in Russian).
8. Skurikhin V. I., Shifrin V. B., Dubrovskiy V. V. *Matematicheskoe modelirovanie* [Mathematical modeling]. Kiev, Tekhnika Publ., 1983. 270 p. (in Russian).
9. Makarova N. V., Nilova Yu. N. Modelirovanie sredstvami yazyka programmirovaniya kak tekhnologiya sistemno-deyatel'nostnogo podkhoda v obuchenii [Simulation tools as a programming language technology system-active approach to learning]. *Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii – Teacher education in Russia*, 2012, no. 5, pp. 83–87 (in Russian).
10. *Federal'nye gosudarstvennye obrazovatel'nye standarty obshchego obrazovaniya* [Federal state educational standards of general education] Ofitsial'nyy sayt Minobrnauki RF [The official website of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation] (in Russian). URL: <http://минобрнауки.рф/документы/543> (accessed 13 April 2015)

Pskov State University.

Pl. Lenina, 2, Pskov, Russia, 180000.

E-mail: planet08@rambler.ru