

# ИННОВАЦИОННЫЕ ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ

## КОМПЬЮТЕРНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАЧИ В КУРСЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

А.С. Безручко

Московский педагогический государственный университет  
ул. Малая Пироговская, д. 1, стр. 1, Москва, Россия, 119991

В данной статье определены компьютерно-ориентированные задачи для курса дифференциальных уравнений и рассмотрены основные уровни усвоения учебного материала при решении таких задач.

**Ключевые слова:** дифференциальные уравнения, компьютерно-ориентированные задачи, уровни усвоения учебного материала.

К модернизации современного образования в целом и математического образования в частности привело большое количество политических, экономических, социальных, культурных и других факторов. К таким факторам можно отнести вступление РФ в Болонский процесс, информатизацию образования, утверждение Концепции развития математического образования в России. К подготовке будущего учителя выдвигают большие требования, кроме фундаментальных знаний будущие учителя должны знать и различные приложения математики, уметь моделировать различные процессы и явления, использовать современные информационные технологии в процессе решения математических задач.

Понятие «новые информационные технологии» появилось относительно недавно. Несмотря на всю разницу имеющихся определений, все авторы сходятся во мнении, что реализация данных технологий происходит с помощью микропроцессорной вычислительной техники, в частности персональных компьютеров. Мы будем рассматривать в качестве информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) персональный компьютер (ПК) и его программное обеспечение, необходимое для реализации потребностей образовательного процесса.

17 мая 2012 г. был утвержден Федеральный государственный стандарт среднего (полного) общего образования [6]. Согласно данному стандарту, практически все предметы можно будет изучать на базовом или углубленном уровне. Данный приказ будет введен повсеместно с 1 сентября 2020 г. Однако уже сейчас подго-

товку будущих учителей необходимо осуществлять в соответствии с требованиями данного стандарта. Дифференциальные уравнения изучаются при профильном (углубленном) обучении в школьном курсе математики, разделы, посвященные данной теории, можно встретить в учебниках Ю.М. Колягина [3], Н.Я. Виленкина [2], С.М. Никольского [4], М.И. Шабунина [7]. Одним из требований к результатам освоения основной образовательной программы (на углубленном уровне), предъявляемым к учащимся школ, является владение навыками использования готовых компьютерных программ при решении уравнений и задач.

Таким образом, для успешной реализации федерального государственного образовательного стандарта, кроме специальных знаний и умений, предусматривающих владение математическим аппаратом, у будущего учителя математики должны быть сформированы знания и умения, позволяющие ему применять компьютер в своей профессиональной деятельности для решения различных математических задач. Наиболее эффективным изучение компьютерных программ, ориентированных на определенный раздел математики, будет тогда, когда данные программы будут изучаться внутри самого раздела. При такой организации обучения студенты смогут одновременно получать необходимые теоретические знания и учиться реализовывать изучаемые математические методы с помощью компьютера.

На наш взгляд, компьютер следует рассматривать как один из компонентов всей системы средств обучения, в которую кроме ПК входят и традиционные средства обучения, обеспечивающие преподавание учебного предмета.

Сегодня преподаватели математики имеют в распоряжении большой спектр программных продуктов, реализующих различные потребности обучения практически на всех этапах образовательного процесса. Одним из направлений применения компьютера в обучении является организация решения задач. Существующие компьютерные программы позволяют получить решение задачи в любом требуемом для пользователя виде, в том числе и в символьном.

Если использовать данные программы для решения задач, предполагающих изучение метода решения, то у студентов не будет сформировано умение применять данный метод к решению задачи и возникнет ситуация, когда студенты просто будут переписывать ответ в тетрадь. В то же время существуют задачи, требующие больших математических выкладок, в ходе которых легко допустить ошибку. Если метод решения не является объектом изучения, то применение компьютерных программ в этих случаях является вполне обоснованным. Использование компьютерных программ позволит значительно сократить время на выполнение сложных математических выкладок и представить результаты в требуемом виде (формула, график, таблица), что позволит уделить больше времени осмыслению содержания задачи и анализа полученных результатов. Вслед за У.В. Плюсовой [5] мы будем называть такие задачи компьютерно-ориентированными задачами.

Основой изучения курса дифференциальных уравнений является изучение основных типов дифференциальных уравнений и аналитических методов их решения. Суть данных методов заключается в определении типа исходного диффе-

ренциального уравнения и решении его по заранее известному алгоритму, применяемому к данному типу. При использовании компьютерных программ для получения аналитического решения дифференциального уравнения студенты получают готовый ответ в символьном виде и не смогут изучить алгоритм решения. Так как изучение типов дифференциальных уравнений и методов их решения является основой курса, для нахождения аналитического решения нам кажется нецелесообразным применять компьютерные программы.

В то же время студенты должны получить знания и о приближенных методах решения дифференциальных уравнений, но их изучение не является главной целью — студенты просто знакомятся с данными методами. Необходимо отметить, что эти методы требуют большого количества математических выкладок, поэтому их реализация на практике очень затруднена.

Прикладные задачи, решаемые с помощью аналитических методов, порой дают очень сложную для исследования математическую формулу того или иного процесса. Если в задаче требуется исследовать тот или иной процесс, то количество вычислений может быть очень большим. В то же время задача, решенная с помощью приближенных методов, реализованных с помощью компьютерных программ, дает более полную картину протекания того или иного процесса, предоставляет возможность сделать выводы о свойствах решения и ответить на поставленный в задаче вопрос, практически не прибегая к вычислениям. Целью решения прикладных задач в курсе дифференциальных уравнений является не столько решение, сколько составление математической модели и анализ полученных результатов.

На наш взгляд, в качестве компьютерно-ориентированных задач в курсе дифференциальных уравнений следует рассматривать те задачи, при решении которых требуется применение приближенных методов решения, в том числе и прикладных задач (решенных графическими и численными методами).

При решении задач все чаще используются системы компьютерной математики (СКМ). Наибольшую известность получили такие программы, как Scilab, Maple, Mathematica, MatLab, MathCAD, Maxima, Derive. Данные СКМ обладают примерно одинаковыми возможностями для решения дифференциальных уравнений приближенными методами. В то же время реализация численных и графических методов в данных системах требует от пользователя знания синтаксиса языка, используемого в системе, набора определенных команд (функций), а в некоторых случаях составления программы, реализующей требуемый метод. При реализации графического решения полученное изображение будет статичным, и, чтобы его изменить, необходимо будет изменить команды или данные в коде программы. Это очень неудобно в тех случаях, если надо рассмотреть графическое решение для различных начальных данных. В то же время существуют математические графические редакторы — программы, которые позволяют без применения программирования изображать на экране требуемые графики, геометрические тела. Данные программы дают возможность изменения масштаба, получения отдельных характеристик, позволяют вращать изображение за счет поворота осей координат. К таким программам можно отнести ArtSGraph, программы, написанные Д. Полкингом на входном языке MatLab (Dfield, Pplane, Odesolve), ODE, IODE.

Основные возможности данных программ различны. Наиболее функциональными при изучении курса дифференциальных уравнений являются программы Д. Полкинга (Dfield, Pplane, Odesolve). Основным преимуществом данных программ является то, что они могут быть бесплатно использованы в целях образования и у них имеется онлайн-версия. Этот факт позволит учащимся использовать данные программы не только на практических занятиях, но и вне стен учебного заведения. В то же время данные программы имеют простой графический интерфейс и не требуют от пользователя знания команд или языка программирования. Программы Dfield, Pplane, Odesolve предназначены для графического решения дифференциальных уравнений и в полной мере могут служить для реализации численного решения. В данных программах предусматривается задание численного метода построения искомой интегральной кривой. Также программы дают возможность задать необходимый шаг и выводить координаты необходимых точек на экран.

В качестве средства решения компьютерно-ориентированных задач мы рассматриваем СКМ MATLAB и программы, работающие на ее основе, — Dfield, Pplane, Odesolve. Данные средства позволяют реализовать приближенные методы решения дифференциальных уравнений. При этом для реализации данных методов от пользователя не будет требоваться знаний программирования, что весьма важно.

В.П. Беспалько представляет деятельность человека в виде четырех последовательных уровней, которые отображают развитие опыта учащегося в процессе обучения [1]. Рассмотрим подробнее каждый из уровней.

1-й уровень ( $\alpha_1$ ). Деятельность учащихся заключается в узнавании объектов, процессов, явлений по их признакам. Данный вид деятельности происходит при повторном восприятии ранее изученной информации об объектах, процессах или действиях с ними. Чтобы у учащихся сформировался данный уровень, необходимо изучить и запомнить необходимый материал (репродуктивная деятельность).

2-й уровень ( $\alpha_2$ ). Деятельность учащихся заключается в умении воспроизводить информацию без подсказки, по памяти для решения типовых задач. Типовой является задача, которую можно решить путем использования усвоенных алгоритмов деятельности. Для достижения этого уровня у учащихся необходимо, чтобы они осознали и запомнили основные алгоритмы деятельности (репродуктивно-алгоритмическая деятельность).

3-й уровень ( $\alpha_3$ ). От учащихся требуется преобразование усвоенных алгоритмов деятельности и приспособлении их к данной задаче. Учащийся в процессе выполнения деятельности добывает субъективно новую информацию (только для себя новую) в ходе самостоятельной трансформации известной основы типового действия. Для достижения этого уровня учебный материал должен быть предварительно усвоен на 1-м и 2-м уровне, деятельность учащихся должна быть организована как поисковая, эвристическая требующая от них поиска новых знаний (продуктивно-эвристическая деятельность).

4-й уровень ( $\alpha_4$ ). В процессе выполнения деятельности добывается объективно новая информация. Учащийся действует «без правил», но в известной ему области, создавая новые правила действия. Для достижения этого уровня используются задачи-проблемы, т.е. такие задачи, алгоритм решения которых неизвестен

и не может быть прямо получен путем преобразования известных методик, как в случае эвристической деятельности (творческая деятельность).

Представим данные уровни в виде схемы, отображающей уровни усвоения учебного материала при решении компьютерно-ориентированных задач, которые, в свою очередь, включают задачи, решаемые приближенными методами и прикладные задачи (рис.).

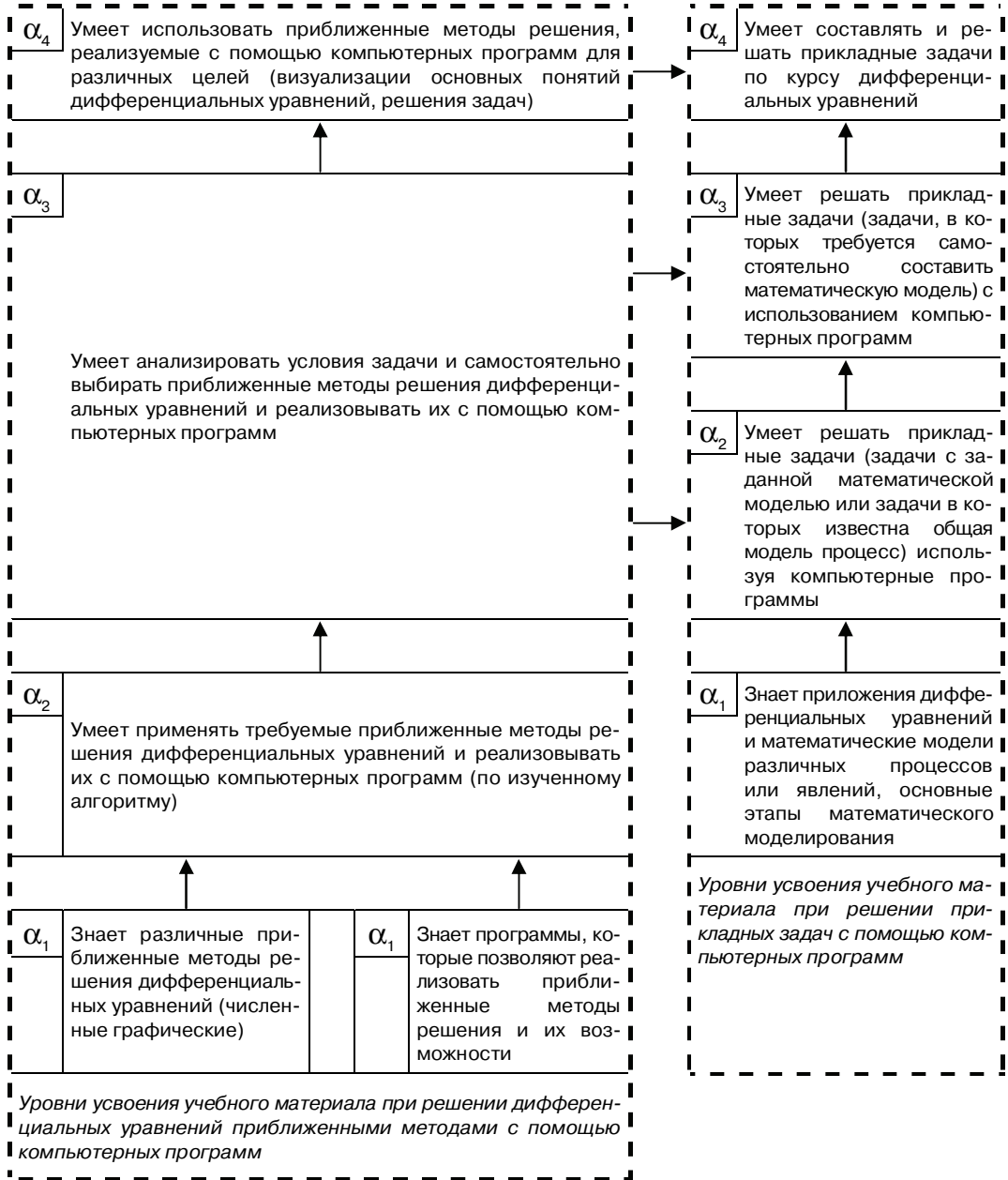


Рис. Уровни усвоения учебного материала при решении компьютерно-ориентированных задач

Вначале студенты на лекционных занятиях изучают приближенные методы решения дифференциальных уравнений и знакомятся с программами, реализующими эти методы (уровень  $\alpha_1$ ).

На практических занятиях им предлагаются задачи, в которых требуется определенным методом решить дифференциальное уравнение с помощью компьютера, и к данным задачам предлагается алгоритм решения (уровень  $\alpha_2$ ). После того как студенты освоили алгоритм решения, им предлагаются задачи, которые требуют от них самостоятельного выбора наиболее подходящего метода решения (уровень  $\alpha_3$ ). После того как студенты освоили решение дифференциальных уравнений приближенными методами при помощи компьютерных программ на третьем уровне, они приступают к решению прикладных задач с помощью компьютерных программ. На лекциях студенты уже узнали некоторые приложения дифференциальных уравнений и основные этапы математического моделирования (уровень  $\alpha_1$ ). Первоначально студентам предлагаются прикладные задачи, в формулировке которых уже присутствует математическая модель. После этого студенты сталкиваются с задачами, в которых описаны процессы или явления, математическая модель которых им уже известна из курса лекций и необходимо только подставить данные задачи в эту модель. Задачи данных типов решаются по изученной схеме (уровень  $\alpha_2$ ). После освоения данных задач студентам предлагаются задачи, которые требуют самостоятельного составления математической модели (уровень  $\alpha_3$ ).

На творческом уровне усвоения (уровень  $\alpha_4$ ) студентам предлагается подобрать теоретический материал, составить и решить несколько прикладных задач, которые можно было бы предложить школьникам при изучении раздела «дифференциальные уравнения». При выполнении творческого задания студенты должны использовать изученные компьютерные программы.

При этом студентам предлагается примерный план выполнения творческого задания:

- 1) изучите темы теории дифференциальных уравнений, которые находят свое отражение в школьном курсе математики;
- 2) выберите себе определенную тему;
- 3) подберите теоретический материал по данной теме;
- 4) составьте прикладные задачи, которые можно предложить школьникам при изучении выбранной темы (3—4 задачи);
- 5) оформите подобранный теоретический материал и прикладные задачи (с решением) в виде презентации.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Беспалько В.П.* Слагаемые педагогической технологии. — М.: Педагогика, 1989.
- [2] *Виленкин Н.Я., Ивашев-Мусатов О.С., Шварцбург С.И.* Алгебра и начала математического анализа: 11 кл.: Учебник для общеобразовательных учреждений. — М.: Мнемозина, 2013.
- [3] *Колягин Ю.М., Сидоров Ю.В., Ткачева М.В., Федорова Н.Е., Шабунин М.И.* Алгебра и начала математического анализа. 11 класс: Учебник для учащихся общеобразовательных учреждений (профильный уровень). — М.: Мнемозина, 2010.

- [4] *Никольский С.М., Потанов М.К., Решетников Н.Н., Шевкин А.В.* Алгебра и начала математического анализа. 11 класс: Учебник для общеобразовательных учреждений. — М.: Просвещение, 2009.
- [5] *Плясунова У.В.* Использование компьютерных математических систем в обучении математике студентов специальности «Информатика» педагогических вузов: Дисс. ... канд. пед. наук. — Ярославль, 2004.
- [6] Приказ Министерства образования и науки РФ от 17 мая 2012 г. № 413 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования». — URL: <http://base.garant.ru/70188902/>
- [7] *Шабунин М.И., Прокофьев А.А., Олейник Т.А., Соколова Т.В.* Математика. Алгебра. Начала математического анализа. Профильный уровень: Методическое пособие для 11 класса. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.

### LITERATURA

- [1] *Bespalko V.P.* Slagaemye pedagogicheskoj tehnologii. — М.: Pedagogika, 1989.
- [2] *Vilenkin N.Ja., Ivashev-Musatov O.S., Shvachburd S.I.* Algebra i nachala matematicheskogo analiza. 11 kl.: Uchebnik dlja obshheobrazovatel'nyh uchrezhdenij. — М.: Mnemozina, 2013.
- [3] *Koljagin Ju.M., Sidorov Ju.V., Tkacheva M.V., Fedorova N.E., Shabunin M.I.* Algebra i nachala matematicheskogo analiza. 11 klass: Uchebnik dlja uchashhihsja obshheobrazovatel'nyh uchrezhdenij (profil'nyj uroven'). — М.: Mnemozina, 2010.
- [4] *Nicol'skij S.M., Potapov M.K., Reshetnikov N.N., Shevkin A.V.* Algebra i nachala matematicheskogo analiza. 11 klass: Uchebnik dlja obshheobrazovatel'nyh uchrezhdenij. — М.: Prosveshhenie, 2009.
- [5] *Pljasunova U.V.* Ispol'zovanie komp'juternyh matematicheskikh sistem v obuchenii matematike studentov special'nosti «Informatika» pedagogicheskikh vuzov: Diss. ... kand. ped. nauk. — Jaroslavl', 2004.
- [6] Prikaz Ministerstva obrazovanija i nauki RF ot 17 maja 2012 g. № 413 «Ob utverzhdenii federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo standarta srednego (polnogo) obshhego obrazovanija». — URL: <http://base.garant.ru/70188902/>
- [7] *Shabunin M.I., Prokofev A.A., Olejnik T.A., Sokolova T.V.* Matematika. Algebra. Nachala matematicheskogo analiza. Profil'nyj uroven': Metodicheskoe posobie dlja 11 klassa. — М.: BINOM. Laboratorija znaniy, 2010.

## THE COMPUTER FOCUSED TASKS IN THE COURSE OF DIFFERENTIAL EQUATIONS

**A.S. Bezruchko**

Moscow pedagogical state university  
*Malaya Pirogovskaya str., 1, p. 1, Moscow, Russia, 119991*

In this article identifies the computer-oriented for a course of differential equations and the basic levels of mastering of educational material in solution of such problems.

**Key words:** differential equations, computer-oriented tasks, levels of learning.