



ДИДАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ

УДК 378

DOI 10.25688/2072-9014.2021.56.2.04

В. С. Корнилов,

А. С. Русинов

Реализация дидактических принципов обучения студентов вузов уравнениям математической физики в условиях информатизации образования

В статье излагаются учебно-методические аспекты обучения студентов вузов физико-математических направлений подготовки в условиях применения информационных технологий.

Ключевые слова: обучение уравнениям математической физики; информатизация образования; студент; педагогические технологии.

В настоящее время в условиях информатизации общества к выпускникам вузов, в том числе к выпускникам физико-математических направлений подготовки, предъявляются широкие требования, включающие не только наличие фундаментальных предметных знаний, профессиональных компетенций, креативности, но также умений и навыков применять наиболее эффективные информационные технологии для решения профессиональных задач. Эти обстоятельства предполагают внедрение в учебный процесс современных мультимедийных и компьютерных технологий.

Научно-методическим аспектам использования информационных технологий в обучении студентов физико-математических направлений подготовки посвятили свои работы такие авторы, как В. В. Алейников, А. Н. Безручко, И. В. Беленкова, Д. П. Голоскоков, Д. С. Гринь, Е. А. Дахер, Е. В. Клименко, М. Н. Кирсанов, Е. В. Кузнецова, В. М. Линьков, И. В. Марусева, П. П. Машков, С. Н. Медведева, С. В. Поршнева, Е. А. Рябухина, Л. Б. Сенкевич, Ю. Ю. Тарасевич, В. А. Хабузов, Е. К. Хеннер, Н. Н. Яременко и другие авторы [1; 4; 5; 8; 9; 12; 17; 23; 25; 27].

Одной из фундаментальных учебных дисциплин на физико-математических направлениях подготовки студентов вузов является дисциплина «Уравнения математической физики».

Существенный вклад в становление и развитие теории уравнений математической физики внесли Д. К. Бобылев, Л. М. Бреховских, В. С. Владимиров, Ж. Л. Даламбер, Д. Гильберт, А. Н. Крылов, Р. Курант, М. А. Лаврентьев, П. С. Лаплас, Д. К. Максвелл, Р. Мизес, И. Г. Петровский, С. Д. Пуассон, А. А. Самарский, С. Л. Соболев, В. А. Стеклов, А. Н. Тихонов, Ф. Франк, Ж. Б. Ж. Фурье, Э. Шредингер, Л. Эйлер и многие другие авторы (см., например, [2; 3; 7; 16; 24; 26]).

В настоящее время пользуются спросом широко известные учебные пособия по уравнениям математической физики, адресованные студентам вузов, авторами которых являются И. Г. Араманович, А. В. Бицадзе, Б. М. Будаков, В. С. Владимиров, В. И. Левин, Ю. И. Малов, Л. К. Мартинсон, С. Г. Михлин, А. А. Самарский, М. М. Смирнов, С. Л. Соболев, В. И. Смирнов, А. Н. Тихонов, А. Ф. Филиппов и другие авторы (см., например, [2; 3; 7; 16; 18; 24; 26]).

В процессе обучения уравнениям математической физики в условиях информатизации образования преподаватель ставит перед собой несколько целей: сформировать у студентов фундаментальные знания в этом разделе математики, развить их творческие способности, научить применять компьютерные технологии для нахождения решений уравнений математической физики.

На учебных занятиях студенты приобретают глубокие знания о современных достижениях в области уравнений математической физики, усваивают методологию и соответствующие математические методы, овладевают понятийным аппаратом, приобретают научные знания по прикладной и вычислительной математике, которые позволяют эффективно исследовать нетипичные уравнения математической физики (см., например, [19; 10; 13–15; 22]). На семинарских и лабораторных занятиях студенты занимаются исследованиями разнообразных уравнений математической физики, что предполагает применение различных подходов и математических методов доказательства теорем существования, единственности и устойчивости решения уравнений математической физики.

Студентам доводятся сведения о том, что численные методы являются эффективным способом исследования разнообразных уравнений математической физики в тех случаях, когда не удастся найти точное решение. К таким численным методам относятся следующие: метод Ньютона – Канторовича, метод линеаризации, оптимизационные, конечно-разностные и другие методы.

Разработке вычислительных алгоритмов нахождения приближенных решений уравнений математической физики специалистами уделялось и уделяется большое внимание. Большой вклад в развитие численных методов решения уравнений математической физики внесли такие авторы, как А. С. Алексеев, В. П. Ильин, Г. И. Марчук, Р. Д. Рихтмайер, А. А. Самарский, Ю. П. Попов,

М. Дж. Сальвадори, В. К. Саульев, В. А. Сучков, А. Н. Тихонов, М. А. Хайман, Ф. Б. Хильдебрант, Е. Шмидт, Р. Эрлик, Н. Н. Яненко и другие авторы (см., например, [19–22]).

Широко используемые в настоящее время компьютерные программы позволяют не только находить точные и приближенные решения уравнений математической физики, но и при желании пользователей выводить на экран монитора компьютера эти решения в любом удобном виде: таблицами, диаграммами, графиками кривых и поверхностей. Применяя наиболее эффективные компьютерные средства для решения уравнений математической физики, студенты осознают роль и возможности компьютерных технологий в исследовании прикладных задач.

При обучении уравнениям математической физики студентов на практических занятиях учат применять не только методы прикладной математики, но и методы вычислительной математики. Учащиеся осваивают такие важные понятия вычислительной математики, как конечные разности, разностная схема, сеточная функция, аппроксимация частных производных функции, сходимость приближенного решения уравнения математической физики.

При обучении студентов уравнениям математической физики в условиях информатизации образования большое внимание уделяется математическому моделированию и вычислительному эксперименту (см., например, [6; 11; 13–15]). В мировой практике исследования окружающего мира, его разнообразных процессов и явлений, широко применяются оба упомянутых подхода. С развитием компьютерных технологий, которые позволяют мобильно исследовать разнообразные математические модели, метод математического моделирования и вычислительного эксперимента стал одним из самых эффективных инструментов познания окружающей действительности.

В процессе преподавания студентам уравнений математической физики уделяется большое внимание основам математического моделирования и вычислительного эксперимента. Это позволяет сформировать у них новые научные знания в данном разделе математики, которые они раньше могли получить лишь посещая занятия по специальным математическим дисциплинам.

Компьютерные технологии позволяют реализовать визуализацию получаемых решений уравнений математической физики. В современных программах имеются удобные инструменты, с помощью которых можно проводить различные математические вычисления, осуществлять соответствующий анализ, проверять гипотезы, есть и другие возможности.

Использование преподавателем на лекционных занятиях по уравнениям математической физики мультимедийных и компьютерных технологий позволяет реализовать наглядно-демонстрационный метод обучения. Студентам можно продемонстрировать подробно и мобильно все этапы точного или приближенного решения уравнения математической физики, изложить, при необходимости, теоремы существования, единственности и устойчивости

решения уравнений математической физики, визуализировать результаты численного решения.

На лабораторных занятиях студенты учатся применять компьютерные технологии для поиска решений разнообразных уравнений математической физики, самостоятельно осуществляя научно-исследовательскую деятельность и развивая тем самым свою информационную культуру.

Очевидно, что эффективность обучения студентов уравнениям математической физики в условиях информатизации образования обеспечивается следующими условиями:

- преподаватель, являющийся специалистом в области уравнений математической физики, должен иметь опыт применения компьютерных технологий при исследовании математических моделей, в основе которых находятся уравнения математической физики;
- лекционные, семинарские и лабораторные занятия по уравнениям математической физики должны проводиться с использованием компьютерных и мультимедийных технологий;
- преподавателем должны реализовываться дидактические принципы обучения уравнениям математической физики;
- наиболее успешных студентов целесообразно привлекать к научно-исследовательской деятельности, в основном это будет написание курсовых и выпускных квалификационных работ, содержание которых включает исследования уравнений математической физики, проводимые с привлечением компьютерных технологий.

В заключение уделите внимание дидактическим принципам обучения уравнениям математической физики в условиях применения компьютерных технологий. Раскроем кратко содержание основных из них.

Принцип научности обучения. Этот принцип предполагает формирование у студентов фундаментальных научных знаний в области уравнений математической физики. Компьютерные и мультимедийные технологии позволяют преподавателю эффективно и мобильно продемонстрировать студентам современные научные достижения теории уравнений математической физики, например в форме демонстрации аналитических или приближенных методов, теорем существования, единственности или устойчивости решений задач, в которых можно использовать уравнения математической физики.

Принцип системности. Этот принцип определяет целесообразность формирования у студентов целостной и фундаментальной системы знаний теории уравнений математической физики, освоения всех тем и разделов учебного курса, посвященного этим уравнениям. Компьютерные и мультимедийные технологии позволяют демонстрировать учебный материал в виде завершенных логических частей, которые при необходимости можно заново продемонстрировать.

Принцип наглядности. Использование компьютерных и мультимедийных технологий позволяет преподавателю разнообразить чувственные восприятия

студентов при изложении учебного материала по уравнениям математической физики, что позволяет студентам прочнее усваивать этот учебный материал.

Принцип профессиональной направленности. Этот принцип предполагает прежде всего учет направления подготовки студентов, включение в содержание обучения уравнениям математической физики современных достижений теории уравнений математической физики, прикладной и вычислительной математики. Особую помощь окажут компьютерные и мультимедийные технологии, которые позволяют демонстрировать различные физические процессы и явления, изучаемые при помощи математического моделирования, в основе описания которых лежат уравнения математической физики.

Литература

1. Аладьев В. З., Ваганов В. А, Гринь Д. С. Избранные системные задачи в программной среде Mathematica. Херсон: Олди-Плюс, 2013. 556 с.
2. Араманович И. Г., Левин В. И. Уравнения математической физики: учеб. пособие. М.: Наука, 1969. 286 с.
3. Арсенин В. Я. Методы математической физики и специальные функции: учеб. пособие. М.: Наука, 1984. 383 с.
4. Безручко А. С. Методика обучения решению дифференциальных уравнений будущих учителей математики, основанная на использовании информационных технологий: дис. ... канд. пед. наук. М., 2014. 211 с.
5. Беленкова И. В. Методика использования математических пакетов в профессиональной подготовке студентов вуза: дис. ... канд. пед. наук. Екатеринбург, 2004. 170 с.
6. Введение в математическое моделирование: учеб. пособие / В. Н. Ашихмин [и др.]; под ред. П. В. Трусова. М.: Логос, 2004. 439 с.
7. Владимиров В. С. Уравнения математической физики: учебник. М.: Наука, 1981. 512 с.
8. Голоскоков Д. П. Уравнения математической физики. Решение задач в системе Maple: учебник для вузов. СПб: Питер, 2004. 539 с.
9. Кирсанов М. Н., Кузнецова Е. В. Алгебра и геометрия. Сборник задач и решений с применением системы Maple. М.: ИНФРА-М, 2018. 272 с.
10. Корнилов В. С. Гуманитарная компонента прикладного математического образования // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия «Информатика и информатизация образования». 2006. № 2 (7). С. 94—99.
11. Корнилов В. С. Роль учебных курсов информатики в обучении студентов вузов численным методам // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия «Информатизация образования». 2011. № 3. С. 24—27.
12. Корнилов В. С. Лабораторные занятия как форма организации обучения студентов фрактальным множествам // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия «Информатика и информатизация образования». 2012. № 1 (23). С. 60—63.
13. Корнилов В. С. Обратные задачи в содержании обучения прикладной математике // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия «Информатизация образования». 2014. № 2. С. 109—118.

14. Корнилов В. С. Обучение студентов обратным задачам математической физики как фактор формирования фундаментальных знаний по интегральным уравнениям // Бюллетень лаборатории математического, естественнонаучного образования и информатизации: рецензируемый сб. науч. тр. Самара: Самарский филиал МГПУ, 2015. Т. VI. С. 251–257.

15. Корнилов В. С. Реализация научно-образовательного потенциала обучения студентов вузов обратным задачам для дифференциальных уравнений // Казанский педагогический журнал. 2016. № 6. С. 55–59.

16. Курант Р. Уравнения с частными производными. М.: Наука, 1964. 830 с.

17. Линьков В. М., Яремко Н. Н. Высшая математика в примерах и задачах. Компьютерный практикум: учеб. пособие. М.: Финансы и статистика, 2006. 320 с.

18. Мартинсон Л. К., Малов Ю. И. Дифференциальные уравнения математической физики: учебник. М.: МГПУ им. Н. Э. Баумана, 1996. 367 с.

19. Марчук Г. И. Методы вычислительной математики. М.: Наука, 1989. 608 с.

20. Рихтмайер Р. Д. Разностные методы решения краевых задач. М.: ИЛ, 1960. 262 с.

21. Сальвадори М. Дж. Численные методы в технике. М.: Изд-во иностранной литературы, 1955. 247 с.

22. Самарский А. А. Введение в численные методы. М.: Наука, 1987. 286 с.

23. Сенкевич Л. Б. Формирование информационной компетентности будущего учителя математики средствами информационных и коммуникационных технологий: дис. ... канд. пед. наук. Тобольск, 2005. 181 с.

24. Соболев С. Л. Уравнения математической физики: учеб. пособие. М.: Наука, 1992. 432 с.

25. Тарасевич Ю. Ю. Математическое и компьютерное моделирование. Вводный курс. М.: УРСС, 2004. 152 с.

26. Тихонов А. Н., Самарский А. А. Уравнения математической физики: учебник. М.: Изд-во МГУ, 1999. 798 с.

27. Фридман Г. М., Леора С. Н. Математика & Mathematica: Избранные задачи для избранных студентов. СПб.: Невский Диалект; БХВ-Петербург, 2010. 299 с.

Literatura

1. Alad`ev V. Z., Vaganov V. A, Grin` D. S. Izbranny`e sistemny`e zadachi v programmnoj srede Mathematica. Xerson: Oldi-Plyus, 2013. 556 с.

2. Aramanovich I. G., Levin V. I. Uravneniya matematicheskoy fiziki: ucheb. posobie. M.: Nauka, 1969. 286 с.

3. Arsenin V. Ya. Metody` matematicheskoy fiziki i special`ny`e funkicii: ucheb. posobie. M.: Nauka, 1984. 383 с.

4. Bezruchko A. S. Metodika obucheniya resheniyu differencial`ny`x uravnenij budushhix uchitelej matematiki, osnovannaya na ispol`zovanii informacionny`x tehnologij: dis. ... kand. ped. nauk. M., 2014. 211 с.

5. Belenkova I. V. Metodika ispol`zovaniya matematicheskix paketov v professional`noj podgotovke studentov vuza: dis. ... kand. ped. nauk. Ekaterinburg, 2004. 170 с.

6. Vvedenie v matematicheskoe modelirovanie: ucheb. posobie / V. N. Ashixmin [i dr.]; pod red. P. V. Trusova. M.: Logos, 2004. 439 с.

7. Vladimirov V. S. *Uravneniya matematicheskoy fiziki: uchebnik*. M.: Nauka, 1981. 512 s.
8. Goloskokov D. P. *Uravneniya matematicheskoy fiziki. Reshenie zadach v sisteme Maple: uchebnik dlya vuzov*. SPb: Piter, 2004. 539 s.
9. Kirsanov M. N., Kuzneczova E. V. *Algebra i geometriya. Sbornik zadach i reshenij s primeneniem sistemy` Maple*. M.: INFRA-M, 2018. 272 s.
10. Kornilov V. S. Gumanitarnaya komponenta prikladnogo matematicheskogo obrazovaniya // *Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya «Informatika i informatizaciya obrazovaniya»*. 2006. № 2 (7). S. 94—99.
11. Kornilov V. S. Rol` uchebny`x kursov informatiki v obuchenii studentov vuzov chislenny`m metodam // *Vestnik Rossijskogo universiteta družby` narodov. Seriya «Informatizaciya obrazovaniya»*. 2011. № 3. S. 24—27.
12. Kornilov V. S. Labororny`e zanyatiya kak forma organizacii obucheniya studentov fraktal`ny`m mnozhestvam // *Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya «Informatika i informatizaciya obrazovaniya»*. 2012. № 1 (23). S. 60—63.
13. Kornilov V. S. Obratny`e zadachi v sodержanii obucheniya prikladnoj matematike // *Vestnik Rossijskogo universiteta družby` narodov. Seriya «Informatizaciya obrazovaniya»*. 2014. № 2. S. 109—118.
14. Kornilov V. S. Obuchenie studentov obratny`m zadacham matematicheskoy fiziki kak faktor formirovaniya fundamental`ny`x znanij po integral`ny`m uravneniyam // *Byulleten` laboratorii matematicheskogo, estestvennonauchnogo obrazovaniya i informatizacii: recenziruemy`j sb. nauch. tr. Samara: Samarskij filial MGPU, 2015. T. VI. S. 251—257*.
15. Kornilov V. S. Realizaciya nauchno-obrazovatel`nogo potenciala obucheniya studentov vuzov obratny`m zadacham dlya differencial`ny`x uravnenij // *Kazanskij pedagogicheskij zhurnal*. 2016. № 6. S. 55—59.
16. Kurant R. *Uravneniya s chastny`mi proizvodny`mi*. M.: Nauka, 1964. 830 s.
17. Lin`kov V. M., Yaremko N. N. *Vy`sshaya matematika v primerax i zadachax. Komp`yuterny`j praktikum: ucheb. posobie*. M.: Finansy` i statistika, 2006. 320 s.
18. Martinson L. K., Malov Yu. I. *Differencial`ny`e uravneniya matematicheskoy fiziki: uchebnik*. M.: MGPU im. N. E`. Baumana, 1996. 367 s.
19. Marchuk G. I. *Metody` vy`chislitel`noj matematiki*. M.: Nauka, 1989. 608 s.
20. Rixtmajer R. D. *Raznostny`e metody` resheniya kraevy`x zadach*. M.: IL, 1960. 262 s.
21. Sal`vadori M. Dzh. *Chislenny`e metody` v texnike*. M.: Izd-vo inostranoj literatury`, 1955. 247 s.
22. Samarskij A. A. *Vvedenie v chislenny`e metody`*. M.: Nauka, 1987. 286 s.
23. Senkevich L. B. *Formirovanie informacionnoj kompetentnosti budushhego uchitelya matematiki sredstvami informacionny`x i kommunikacionny`x tehnologij: dis. ... kand. ped. nauk. Tobol`sk, 2005. 181 s.*
24. Sobolev S. L. *Uravneniya matematicheskoy fiziki: ucheb. posobie*. M.: Nauka, 1992. 432 s.
25. Tarasevich Yu. Yu. *Matematicheskoe i komp`yuternoje modelirovanie. Vvodny`j kurs*. M.: URSS, 2004. 152 s.
26. Tixonov A. N., Samarskij A. A. *Uravneniya matematicheskoy fiziki: uchebnik*. M.: Izd-vo MGU, 1999. 798 s.
27. Fridman G. M., Leora S. N. *Matematika & Mathematica: Izbranny`e zadachi dlya izbranny`x studentov*. SPb.: Nevskij Dialekt; BXV-Peterburg, 2010. 299 s.

V. S. Kornilov,

A. S. Rusinov

Implementation of Didactic Principles of Teaching University Students the Equations of Mathematical Physics in the Context of Informatization of Education

The article describes the educational and methodological aspects of teaching university students of physical and mathematical fields of training in the context of the use of information technologies.

Keywords: teaching equations of mathematical physics; informatization of education; student; pedagogical technologies.