УДК 378.14

DOI 10.23951/1609-624X-2017-4-84-88

О ПРОБЛЕМЕ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ МАТЕМАТИКИ И ФИЗИКИ

Л. А. Жидова¹, В. И. Мудрук², Ф. Холмухаммад¹

¹ Томский государственный педагогический университет, Томск

² Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана, Москва

Представлены результаты приобщения будущих учителей математики и физики к самостоятельной научно-исследовательской деятельности в условиях реализации компетентностного подхода. При таком подходе компетенция – это общая способность, которая проверяется и формируется в деятельности, основана на знаниях и позволяет человеку установить связь между знанием и ситуацией, определить систему действий для успешного решения проблемы. В ходе учебного процесса осуществляется формирование элементов компетенций при реализации учебного плана средствами содержания изучаемого предмета.

Курс дифференциальных уравнений обладает большими возможностями для формирования профессиональных компетенций будущих учителей математики и физики, а существующие учебные пособия по теории дифференциальных уравнений на формирование компетенций явно не ориентированы. Кроме того, современное развитие техники, химии, биологии, экологии, географии, экономики и других наук невозможно без использования дифференциальных уравнений.

Найденное в данной работе решение уравнения типа Клеро со специальной правой частью является новым результатом в теории дифференциальных уравнений в частных производных. А также организация самостоятельной научно-исследовательской деятельности в рамках курса дифференциальных уравнений способствует достижению главной цели профессиональной подготовки будущих учителей математики и физики – формированию профессиональной компетенции, состоящей в готовности использовать теоретические и практические знания в области науки и образования образовательной программы.

Ключевые слова: дифференциальные уравнения, профессиональные компетенции.

Обсуждение проблем подготовки учителей математики и физики в педвузах постоянно находится в зоне повышенного внимания исследователей, занимающихся проблемами математического образования [1 – 4].

В соответствии с требованиями новых федеральных государственных образовательных стандартов в качестве цели профессиональной подготовки специалиста в вузе ставится задача формирования совокупности определенных компетенций [3].

В профессиональном образовании, самом общем виде компетентность – мера соответствия знаний, умений и опыта реальному уровню сложности выполняемых задач и решаемых проблем [5].

При таком подходе компетенции характеризуются как общая способность, которая проверяется и формируется в деятельности, основана на знаниях и позволяет человеку установить связь между знанием и ситуацией, определить систему действий для успешного решения проблемы. В отличие от знаний, умений, навыков, предполагающих действие по аналогии с образцом, компетенция предусматривает наличие опыта самостоятельной деятельности на основе универсальных знаний.

Профессиональная компетенция прежде всего это категория, характеризующая профессиональную деятельность выпускника, которая реализуется уже после окончания вуза.

Поэтому в ходе учебного процесса осуществляется формирование элементов компетенций при реализации учебного плана средствами содержания изучаемого предмета.

Из всех изучаемых дисциплин в профессиональной подготовке учителя математики и физики выбран курс дифференциальных уравнений. Этот выбор объясняется рядом объективных обстоятельств.

Во-первых, курс дифференциальных уравнений обладает большими возможностями для формирования профессиональных компетенций будущих учителей математики и физики, а проведенный анализ учебных пособий по теории дифференциальных уравнений свидетельствует о том, что представленный в них материал на формирование компетенций явно не ориентирован [6–9].

Во-вторых, математика изучает математические модели реальных процессов, а дифференциальные уравнения, полученные в результате исследования какого-либо реального явления или процесса, называют дифференциальной моделью этого явления или процесса. Все основные законы физики формулируются на языке дифференциальных уравнений. Достаточно заметить, что простейшее дифференциальное уравнение с разделяющимися переменными описывает процесс изменения атмосферного давления в зависимости от

высоты над уровнем океана, а также процесс распада радия и др.

В-третьих, современное развитие техники, химии, биологии, экологии, географии, экономики и других наук невозможно без использования дифференциальных уравнений. Решение уравнений с параметрами можно проиллюстрировать моделями, описывающими динамику развития взаимодействующих биологических популяций (например, модель Вольтерра–Лотки). А также процессы изменения народонаселения и охлаждения тела описываются дифференциальными моделями.

Таким образом, возникает необходимость организовать изучение курса обыкновенных дифференциальных уравнений и дифференциальных уравнений в частных производных в контексте компетентного подхода, позволяющего формировать элементы профессиональных компетенций.

Рабочая программа учебной дисциплины «Дифференциальные уравнения», реализуемая в составе образовательной программы «Педагогическое образование» (направленности (профили): *Математика и Физика*), предполагает формирование у обучающихся следующей профессиональной компетенции:

– готовность использовать теоретические и практические знания в области науки и образования образовательной программы [10, 11].

Для того чтобы обучающиеся овладели указанной компетенцией, скорректирован процесс преподавания курса дифференциальных уравнений, который позволяет сформировать образное и научное представление о реальном физическом пространстве и вооружает обучающихся инструментами в виде математических моделей для познания мира, в котором мы живем.

Курс дифференциальных уравнений играет большую роль в понимании сущности прикладной и практической направленности обучения математике, овладении методом математического моделирования, умении осуществлять в обучении межпредметные связи. Курс дифференциальных уравнений имеет наибольшие возможности для реализации профессионально-педагогической направленности обучения. На преподавателя курса дифференциальных уравнений в этом случае налагаются особые обязанности по реализации в курсе принципа бинарности – соединения собственно математической (общенаучной) и методической линий.

С целью формирования профессиональной компетенции в условиях приобщения обучающихся к самостоятельной научно-исследовательской деятельности особое внимание уделено рассмотрению важного класса дифференциальных уравнений, известных в литературе как уравнения типа Клеро.

Что касается описания общего решения уравнения Клеро, то здесь нет никаких принципиальных проблем – оно всегда описывается в терминах семейства линейных функций. Однако особый интерес представляют так называемые особые решения, для нахождения которых не существует общих методов, и поиск таких решений, в свою очередь, всегда представляет собой некую изобретательность, во всяком случае, в теории дифференциальных уравнений в частных производных. Этим, в частности, объясняется весьма скудный перечень в доступной научной литературе типов уравнений Клеро, для которых особые решения могут быть явно построены [6].

На занятиях ограничиваемся рассмотрением уравнения Клеро с двумя независимыми переменными, когда правая часть имеет вид степенной функции произведения независимых переменных. Обобщение на случай произвольного числа переменных выглядит достаточно тривиальным и приведено в конце статьи.

В теории уравнений в частных производных рассматриваются дифференциальные уравнения вида

$$y - y'_i x^i = \psi(y'_1, y'_2, \dots, y'_n), \quad (1)$$

где неизвестная функция y является функцией переменных $x^1, x^2, \dots, x^n$, а $\psi(z_1, z_2, \dots, z_n)$ представляет собой заданную функцию переменных $z_1, z_2, \dots, z_n$. Уравнения вида (1) известны в теории уравнений в частных производных как уравнения типа Клеро [6–9]. Общее решение уравнения (1) описывается семейством линейных функций

$$y = C_i x^i + \psi(C_1, C_2, \dots, C_n), \quad (2)$$

где C_i ($i = 1, 2, \dots, n$) – произвольные вещественные постоянные. Если система следующих уравнений

$$x^i + \frac{\partial \psi(z_1, z_2, \dots, z_n)}{\partial z_i} = 0; \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

имеет вещественные решения, выражающие величины z_i как функции переменных $x^1, x^2, \dots, x^n$, то уравнение (1) имеет особое (специальное) решение

$$y = x^i z_i(x) + \psi(z_1(x), z_2(x), \dots, z_n(x)), \quad (4)$$

где мы для краткости записи обозначили $z_i(x) = z_i(x^1, x^2, \dots, x^n)$, $i = 1, 2, \dots, n$.

В дальнейшем рассмотрим случай, когда функция ψ имеет вид

$$\psi(z_1, z_2) = \alpha z_1^{\beta_1} z_2^{\beta_2}, \quad (5)$$

где α, β – произвольные вещественные числа, не равные нулю, чтобы исключить тривиальный случай уравнения (1), причем $\beta_1 + \beta_2 \neq 1$.

Таким образом уравнение (1) сводится к виду

$$y - z_1 x_1 - z_2 x_2 = \alpha z_1^{\beta_1} z_2^{\beta_2}, \quad (6)$$

где $z_1 = y'_1$ и $z_2 = y'_2$.

При выборе (5) система (3) принимает вид

$$\begin{cases} x_1 + \alpha \beta_1 z_1^{\beta_1-1} z_2^{\beta_2} = 0; \\ x_2 + \alpha \beta_2 z_1^{\beta_1} z_2^{\beta_2-1} = 0. \end{cases} \quad (7)$$

Несложные преобразования приводят к следующему результату

$$\begin{aligned} z_1 &= \left(-\frac{x_1}{\alpha\beta_1} \right)^{\frac{1-\beta_2}{\beta_1+\beta_2-1}} \left(-\frac{x_2}{\alpha\beta_2} \right)^{\frac{\beta_2}{\beta_1+\beta_2-1}}, \\ z_2 &= \left(-\frac{x_1}{\alpha\beta_1} \right)^{\frac{\beta_1}{\beta_1+\beta_2-1}} \left(-\frac{x_2}{\alpha\beta_2} \right)^{\frac{1-\beta_1}{\beta_1+\beta_2-1}}. \end{aligned} \quad (8)$$

И, как следствие, мы нашли особое решение уравнения (6)

$$y = -\alpha(\beta_1 + \beta_2 - 1) \left(-\frac{x_1}{\alpha\beta_1} \right)^{\frac{\beta_1}{\beta_1 + \beta_2 - 1}} \left(-\frac{x_2}{\alpha\beta_2} \right)^{\frac{\beta_2}{\beta_1 + \beta_2 - 1}}. \quad (9)$$

Найденное в работе решение (9) уравнения типа Клеро со специальной правой частью (5) рассматриваем как новый результат в теории дифференциальных уравнений в частных производных.

Заметим, что можно рассмотреть и наиболее общий случай, который предлагается обучающимся для самостоятельной научно-исследовательской работы, когда неизвестная функция имеет вид

$$\Psi(z_1, z_2, \dots, z_n) = \alpha z_1^{\beta_1} z_2^{\beta_2} \dots z_n^{\beta_n}. \quad (10)$$

При выборе (10) система (3) принимает вид

$$\begin{cases} x_1 + \alpha \beta_1 z_1^{\beta_1-1} z_2^{\beta_2} \cdots z_n^{\beta_n} = 0 \\ x_2 + \alpha \beta_2 z_1^{\beta_1} z_2^{\beta_2-1} \cdots z_n^{\beta_n} = 0 \\ \quad \quad \quad \cdots \quad \quad \quad \cdots \quad \quad \quad \cdots \quad \quad \quad \cdots \\ x_n + \alpha \beta_n z_1^{\beta_1} z_2^{\beta_2} \cdots z_n^{\beta_n-1} = 0. \end{cases} \quad (11)$$

Решая систему (11) аналогично системе (7), получаем

$$\begin{aligned}
z_1 &= \left(-\frac{x_1}{\alpha\beta_1} \right)^{-\frac{\beta_2+\beta_3+\dots+\beta_{n-1}-1}{\beta_1+\dots+\beta_n-1}} \left(-\frac{x_2}{\alpha\beta_2} \right)^{\frac{\beta_3}{\beta_1+\dots+\beta_n-1}} \dots \left(-\frac{x_n}{\alpha\beta_n} \right)^{\frac{\beta_n}{\beta_1+\dots+\beta_n-1}}, \\
z_2 &= \left(-\frac{x_1}{\alpha\beta_1} \right)^{\frac{\beta_1}{\beta_1+\dots+\beta_n-1}} \left(-\frac{x_2}{\alpha\beta_2} \right)^{-\frac{\beta_1+\beta_3+\dots+\beta_{n-1}-1}{\beta_1+\dots+\beta_n-1}} \dots \left(-\frac{x_n}{\alpha\beta_n} \right)^{\frac{\beta_n}{\beta_1+\dots+\beta_n-1}}, \\
&\dots \dots \dots \\
z_n &= \left(-\frac{x_1}{\alpha\beta_1} \right)^{\frac{\beta_1}{\beta_1+\dots+\beta_n-1}} \left(-\frac{x_2}{\alpha\beta_2} \right)^{\frac{\beta_2}{\beta_1+\dots+\beta_n-1}} \dots \left(-\frac{x_n}{\alpha\beta_n} \right)^{\frac{\beta_1+\beta_2+\dots+\beta_{(n-1)}-1}{\beta_1+\dots+\beta_n-1}}.
\end{aligned}
\tag{12}$$

Итак, получено особое решение уравнения Клеро со специальной правой частью (10) в виде

$$y = -\alpha(\beta_1 + \dots + \beta_n - 1) \left(-\frac{x_1}{\alpha\beta_1} \right)^{\frac{\beta_1}{\beta_1 + \dots + \beta_n - 1}} \times \\ \times \left(-\frac{x_2}{\alpha\beta_2} \right)^{\frac{\beta_2}{\beta_1 + \dots + \beta_n - 1}} \left(-\frac{x_n}{\alpha\beta_n} \right)^{\frac{\beta_n}{\beta_1 + \dots + \beta_n - 1}}. \quad (13)$$

В заключение следует отметить, что организация самостоятельной научно-исследовательской деятельности в рамках курса дифференциальных уравнений способствует достижению главной цели профессиональной подготовки будущих учителей математики и физики – формированию профессиональной компетенции, состоящей в готовности использовать теоретические и практические знания в области науки и образования образовательной программы, а также получению совершенно новых результатов, имеющих большое значение в современной теории дифференциальных уравнений, а также теоретической физике [12].

Список литературы

1. Харина Н. В. Профессиональное образование в России: проблемы, пути решения // Научно-педагогическое обозрение (Pedagogical Review). 2013. Вып. 1 (1). С. 8–15.
2. Салехова Л. Л., Зарипов Ф. Ш., Хуснетдинова Д. М. Проектирование основной образовательной программы подготовки будущих учителей математики и информатики на основе ФГОС // Материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием «Математическое образование в школе и вузе в условиях перехода на новые образовательные стандарты». 2010. С. 152–155.
3. Золотцева В. В., Козлова Л. Н. Система активных методов обучения и развитие профессиональной компетентности // Среднее профессиональное образование. 2007. № 4. С. 28–31.
4. Жидова Л. А. Умения критического мышления как средство повышения качества профессиональной подготовки будущих учителей математики // Вестн. Томского гос. пед. ун-та (TSPU Bulletin). 2009. Вып. 4 (82). С. 42–45.
5. Егорова Н. Л. Компетентностный подход в образовании: хрестоматия-путеводитель / сост. Н. Л. Егорова, А. В. Коваленко. Томск: РЦРО, 2006. 88 с.
6. Камке Э. Справочник по дифференциальным уравнениям в частных производных первого порядка. М.: Наука, 1966. 260 с.
7. Курант Р. Уравнения с частными производными. М: Мир, 1964. 830 с.
8. Степанов В. В. Курс дифференциальных уравнений. М.: Физматлит, 1965. 512 с.
9. Зайцев В. Ф., Полянин А. Д. Справочник по дифференциальным уравнениям в частных производных первого порядка. М.: Физматлит, 2003. 416 с.
10. Портал федеральных государственных образовательных стандартов. URL: <http://fgosvo.ru> (дата обращения: 31.08.2015).

11. Основные профессиональные образовательные программы. URL: <http://www.tspu.edu.ru/sveden/education/obr-prog.html> (дата обращения: 31.08.2016).
12. Lavrov P. M., Merzlikin B. S. Legendre transformations and Clairaut-type equations // *Physics Letters B* 756 (2016) 188–193.

Жидова Любовь Александровна, кандидат педагогических наук, доцент, Томский государственный педагогический университет (ул. Киевская, 60, Томск, Россия, 634061). E-mail: gidovala@yandex.ru

Мудрук Владимир Иванович, кандидат физико-математических наук, доцент, Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана (ул. 2-я Бауманская, 5, Москва, Россия, 105005). E-mail: mudruk1580@mail.ru

Фирдавси Холмухаммад, магистрант, Томский государственный педагогический университет (ул. Киевская, 60, Томск, Россия, 634061). E-mail: shm94fs94@gmail.com

Материал поступил в редакцию 16.12.2016.

DOI 10.23951/1609-624X-2017-4-84-88

ABOUT A PROBLEM OF FORMATION OF PROFESSIONAL COMPETENCIES OF FUTURE MATHEMATICS AND PHYSICS TEACHERS

L. A. Zhidova¹, V. I. Mudruk², F. Kholmukhammad¹

¹ *Tomsk State Pedagogical University, Tomsk, Russian Federation*

² *Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation*

The paper presents the results of involvement of future mathematics and physics teachers in independent scientific research activity in conditions of realization of competence approach. In the case of such approach the competence is a general capability which is checked and created in activities. It is based on knowledge and allows the person to establish connection between the system of actions for successful problem solution. During the educational process, the formation of elements of competencies at implementation of curriculum is carried out by means of maintenance of the studied subject.

The course of the differential equations has great opportunities for forming of professional competencies of future teachers of mathematics and physics, however the existing education guidance, according to the theory of differential equations, are obviously not oriented to form the competencies. Besides modern development of technology, chemistry, biology, ecology, geography, economics and other sciences is impossible without the use of differential equations.

The solutions of Clairaut-type equations with a special right-hand part found in the paper are a new result in the theory of partial differential equations. In turn the organization of independent scientific research in the framework of the course of differential equations promotes the main goal of professional competencies of future mathematics and physics teachers, namely forming the professional competencies being ready to use theoretical and practical knowledge in science and education.

Key words: *differential equations, professional competencies.*

References

1. Kharina N. V. Professional'noye obrazovaniye v Rossii: problemy, puti resheniya [Vocational education in Russia: problems and solutions] *Nauchno-pedagogicheskoye obozreniye – Pedagogical Review*, 2013, no. 1(1), pp. 8–15 (in Russian).
2. Salekhova L. L., Zaripov F. Sh., Khusnetdinova D. M. Proektirovaniye osnovnoy obrazovatel'noy programmy podgotovki budushchikh uchiteley matematiki i informatiki na osnove FGOS [Design of basic educational training program for future teachers of mathematics and computer science on the basis of the FSSES]. *Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem "Matematicheskoye obrazovaniye v shkole i vuze v usloviyakh perekhoda na novye obrazovatel'nye standarty"* [Materials of All-Russian scientific-practical conference with international participation "Mathematics education in schools and universities in the transition to new educational standards"]. 2010. Pp.152–155 (in Russian).
3. Zolotseva V. V., Kozlova L. N. Sistema aktivnykh metodov obucheniya i razvitiye professional'noy kompetentnosti [The system of active methods of training and development of professional competence]. *Sredneye professional'noye obrazovaniye – Secondary vocational education*, 2007, no. 4, pp. 28–31 (in Russian).
4. Zhidova L. A. Umeniya kriticheskogo myshleniya kak sredstvo povysheniya kachestva professional'noy podgotovki budushchikh uchiteley matematiki [Abilities of critical thinking as a tool to raise the quality of professional training of future teachers for mathematics]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta – TSPU Bulletin*, 2009, no. 4 (82), pp. 42–45 (in Russian).
5. Egorova N. L. *Kompetentnostnyy podkhod v obrazovanii: khrestomatiya-putevoditel'* [Competence approach in education: a reader and guide]. Tomsk, RTsRO Publ., 2006. 88 p. (in Russian).

6. Kamke E. Differentialgleichungen lösungsmethoden und lösungen Partielle differentialgleichungen erster ordnung für eine gesuchte funktion, Leipzig, 1959, 260 p. (Russ. ed.: Kamke E. *Spravochnik po differentsial'nykh uravneniyam v chastnykh proizvodnykh pervogo poryadka*: per. s nem. Moscow, Nauka Publ., 1966. 260 p.) (in Russian).
7. Kurant R. *Uravneniya s chastnymi proizvodnymi* [Partial differential equations]. Moscow, Mir Publ., 1964. 830 p. (in Russian).
8. Stepanov V. V. *Kurs differentsial'nykh uravneniy* [The course of differential equations]. Moscow, Izdatel'stvo fiziko-matematicheskoy literatury Publ., 1965. 512 p. (in Russian).
9. Zaytsev V. F., Polyanin A. D. *Spravochnik po differentsial'nykh uravneniyam v chastnykh proizvodnykh pervogo poryadka* [Reference book on differential equations in partial derivatives]. Moscow, Izdatel'stvo fiziko-matematicheskoy literatury Publ., 2003. 416 p. (in Russian).
10. *Portal federal'nykh gosudarstvennykh obrazovatel'nykh standartov* [Portal of federal state educational standards] (in Russian). URL: <http://fgosvo.ru> (accessed 31august 2015).
11. *Osnovnye professional'nye obrazovatel'nye programmy* [Basic professional educational programs] (in Russian). URL: <http://www.tspu.edu.ru/sveden/education/obr-prog.html> (accessed 31 august 16).
12. Lavrov P. M., Merzlikin B. S. Legendre transformations and Clairaut-type equations. *Physics Letters B* 756 (2016) 188–193.

Zhidova L. A., Tomsk State Pedagogical University (ul. Kievskaya, 60, Tomsk, Russian Federation, 634061).
E-mail: gidovala@yandex.ru

Mudruk V. I., Bauman Moscow State Technical University (ul. 2-ya Baumanskaya, 5, Moscow, Russian Federation, 105005). E-mail: mudruk1580@mail.ru

Kholmukhammad F., Tomsk State Pedagogical University (ul. Kievskaya, 60, Tomsk, Russian Federation, 634061).
E-mail: shm94fs94@gmail.com