ОБУЧЕНИЕ СТУДЕНТОВ ОБРАТНЫМ ЗАДАЧАМ ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНТНОСТИ В ОБЛАСТИ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ

В.С. Корнилов

Кафедра информатики и прикладной математики
Московский городской педагогический университет
Шереметьевская ул., 29, Москва, Россия, 127521

В статье обсуждается проблема подготовки специалистов в области прикладной математики. Обращается внимание на содержание обучения студентов физико-математических специальностей высших учебных заведений обратным задачам для дифференциальных уравнений. Приводится постановка обратной задачи для системы уравнений Максвелла, вошедшая в содержание обучения, схема ее решения с формулировкой соответствующих итоговых теорем. Делаются выводы о формировании компетентности студентов в области прикладной математики в процессе такого обучения.

Ключевые слова: обучение обратным задачам для дифференциальных уравнений, прикладная математика, компетентность, студент.

Современное развитие промышленности, экономики, сельского хозяйства, обороноспособности и других сфер человеческой деятельности нуждается в практической реализации инновационных прикладных исследований. Важнейшее условие реализации подобных проектов — наличие вузовской подготовки высокопрофессиональных, инициативных специалистов, в том числе в области прикладной математики, умеющих самостоятельно разрабатывать и грамотно реализовывать на практике наукоемкие, природоохранные технологии.

На созданных в конце 1960-х — начале 1970-х гг. факультетах прикладной математики (либо направления, либо специальности прикладной математики) классических университетов и высших технических учебных заведений Москвы, Санкт-Петербурга, Казани, Екатеринбурга, Новосибирска, Томска, Красноярска и других городов России в настоящее время готовят высококвалифицированных специалистов в области прикладной математики. В процессе обучения прикладной математике студенты приобретают фундаментальные знания по математическому и функциональному анализу, алгебре и геометрии, обыкновенным дифференциальным уравнениям и уравнениям математической физики, компьютерным технологиям и другим предметным областям, приобретают умения и навыки исследования прикладных задач при помощи математического моделирования и вычислительного эксперимента. В результате такие выпускники в своей профессиональной деятельности для приобретения новых знаний об окружающем мире способны строить корректные математические модели изучаемых процессов и применять для их исследования эффективные методы современной мировой науки. Наличие у таких выпускников отмеченных профессиональных качеств наглядно демонстрирует их компетентность в области прикладной математики.

Существующая потребность именно в таких компетентных специалистах в области прикладной математики инициирует реформирование вузовского прикладного математического образования. И сегодня такая работа при поддержке государства ведется со стороны Министерства образования и науки РФ. Один из результатов такой работы — разработка и внедрение в вузовский процесс государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования России нового поколения, реализующих компетентностный подход. Проблема формирования профессиональной компетентности студентов находит свое развитие в исследованиях В.И. Байденко, А.С. Белкина, О.Г. Берестневой, Е.В. Бондаревской, Л.Ю. Васяк, О.А. Валихановой, А.А. Вербицкого, И.А. Зимней, И.К. Иляшенко, М.Д. Ильязовой, М.С. Казанчян, Н.А. Козловой, И.П. Мединцевой, Е.С. Муниц, М.Л. Палеевой, В.Г. Плаховой, Н.П. Пучкова, Л.Б. Усовой, А.В. Хуторского, Д.У. Шакировой и других авторов (см., например, [1; 5; 6; 9; 19—21]).

Определенный вклад в формирование у студентов физико-математических специальностей высших учебных заведений компетентности в области прикладной математики вносит обучение обратным задачам для дифференциальных уравнений [2; 7; 8; 11; 14; 15; 22—24]. Содержание такого обучения формируется на основе теории обратных задач математической физики — одного из направлений современной прикладной математики [3]. Широкий интерес к обратным задачам математической физики обусловлен их большой прикладной важностью (рис. 1 и табл. 1) [2]. Это научное направление прикладной математики развивается в исследованиях А.К. Амирова, Ю.Е. Аниконова, А.В. Баева, А.С. Барашкова, М.И. Белишева, П.Н. Вабишевича, А.О. Ватульяна, В.В. Васина, А.В. Гончарского, А.М. Денисова, С.И. Кабанихина, В.И. Прийменко, В.Г. Романова, А.М. Федотова, В.А. Чеверды, В.Г. Чередниченко, В.А. Юрко, В.Г. Яхно, J. Gottlieb, M. Grasselli, G. Kunetz, A. Lorenzi, M. Yamamoto и других ученых.

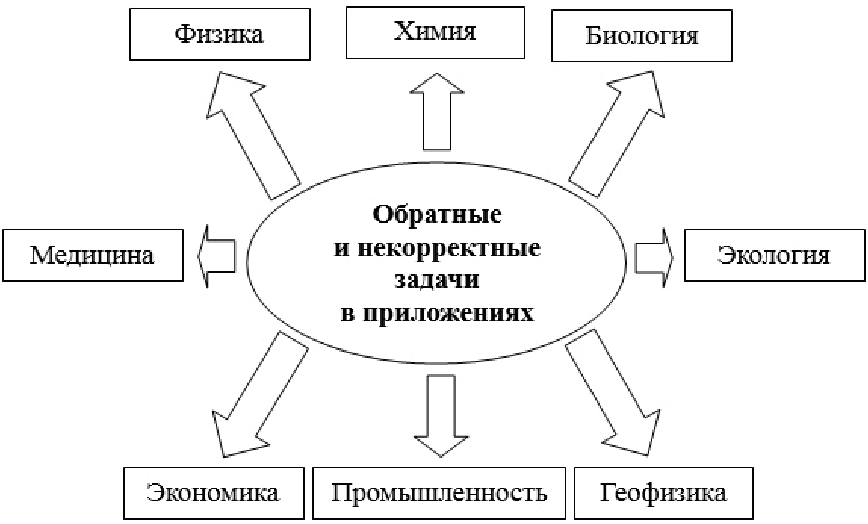

Рис. 1. Обратные и некорректные задачи в приложениях

Таблица 1

Применение обратных задач для дифференциальных уравнений в предметных областях естествознания и промышленности

Физика			**Химия**		**Биология**		**Медицина**			**Геофизика**		
Квантовая теория рассеяния	Электродинамика	Акустика	Сорбция	Молекулярная химия	Исследование популяций	Анализ молекул	УЗИ	ЯМР-томография	Рентген	Сейсмика	Электроразведка	Гравивиразразведка и магниторазведка

Экономика		**Экология**			**Промышленность**		
Оптимальное управление	Финансовая математика	Дистанционное зондирование	Радары-лазеры	Диагностика состояниявоздуха, воды, земной поверхности	Дефектоскопия	Неразрушающий контроль	Управление технологическими процессами

В содержании обучения обратным задачам для дифференциальных уравнений рассматриваются различные обратные задачи (рис. 2 и табл. 2) [2].

Рис. 2. Обратные и некорректные задачи в математике

Неслучайно в настоящее время обучение обратным задачам для дифференциальных уравнений осуществляется во многих российских вузах, сред которых Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Санкт-Петербургский государственный университет, Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, Уральский государственный университет, Ростовский государственный университет и др.

Таблица 2

Разделы дисциплин прикладной математики, в которых используются обратные задачи

<table>
<tr><th colspan="3">Алгебра</th><th colspan="2">Анализ</th><th colspan="3">Геометрия</th><th colspan="2">Операторные уравнения</th></tr>
<tr><td>Несовместные системы</td><td>Плохообусловленные системы</td><td>Вырожденные системы</td><td>Дифференцирование</td><td>Интерполяция</td><td>Восстановление функций по интегралам</td><td>Восстановление функций по прямым</td><td>Восстановление функций по окружностям</td><td>Обращение компактных операторов</td><td>Нелинейные операторные уравнения</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="2">ОДУ</th><th colspan="4">Уравнения в частных производных</th><th colspan="5">Интегральные уравнения</th><th>Оптимальное управление</th></tr>
<tr><td>Обратная задача рассеяния</td><td>Спектральные обратные задачи</td><td>Гиперболические</td><td>Параболические</td><td>Эллиптические</td><td>Интегро-дифференциальные</td><td>Уравнения Вольтерра</td><td>Уравнения Фредгольма</td><td>Нелинейные интегральные уравнения</td><td>Задача Радона</td><td>Интегральная геометрия</td><td>Градиентные методы</td></tr>
</table>

В процессе обучения обратным задачам для дифференциальных уравнений студентам предлагается исследовать различные прикладные задачи, в том числе волновые процессы распространения электромагнитных волн в атмосфере, ионосфере, земной или водной средах. В процессе такого обучения студенты осваивают не только методы исследования обратных задач, но и пополняют свои знания о волновых процессах как одной из форм движения материи, изучаемых в учебных курсах физики — электродинамике, гидродинамике, акустике, оптике и др. Решая разнообразные обратные задачи для волновых уравнений, студенты формируют знания о волновых процессах как о сложных моделях движения реальных систем, состояние которых зависит как от пространственных переменных, так и от времени.

Студенты осознают, что в окружающем мире могут происходить различные диссипативные и дисперсионные процессы, которые могут описываться волновыми уравнениями вида

$$U_{tt} - c^2 \Delta U = L(U). \qquad (1)$$

В (1) U — компонента электромагнитного поля, зависящая от времени и от пространственных переменных, $U_{tt} = \frac{\partial^2}{\partial t^2} U$, Δ — оператор Лапласа по пространственным переменным, который в зависимости от физической постановки задачи записывается в декартовых или криволинейных координатах, $L(U)$ — некоторый линейный оператор, структура которого зависит от конкретных физических механизмов взаимодействия волн со средой, коэффициент c^2 в зависимости от рассматриваемой геофизической модели является константой или функцией пространственных переменных.

Для наглядности приведем одну из постановок обратных задач для волновых уравнений, входящих в содержание такого обучения.

Рассматривается процесс возбуждения электромагнитного поля, первоначально отсутствующего, источником стороннего тока вида

$$\vec{j} = (0,\,1,\,0)^T h(x)\delta(z)\theta(t),\;\; h(x) = \sum_{k=-N}^{N} h_k \exp(ikx),\;\; h_{(-k)} = \overline{h_k} \tag{2}$$

в изотропной непроводящей вертикально-неоднородной земной среде.

В (2) T — знак транспонирования, $\delta(z)$ — дельта-функция Дирака, $\theta(t)$ — тета-функция Хевисайда, $h_{(-k)} = \overline{h_k}$, черта над h_k — знак комплексного сопряжения, $h_k,\; k = \overline{-N,\,N}$ — известные постоянные.

От студентов требуется определить диэлектрическую и магнитную проницаемость земной среды по дополнительной информации о второй компоненте вектора напряженности электрического поля как функции времени. При этом в качестве геофизической модели среды, широко распространенной в геофизике, нужно использовать модель, в которой поверхность Земли считается плоской. В этой модели все физическое пространство R^3 переменных x, y, z разбивается плоскостью z =0 на два полупространства (воздух (z < 0) — Земля (z > 0)): $R_-^3 = \{(x,y,z)\in R^3 \,|\, z<0\}$, $R_+^3 = \{(x,y,z)\in R^3 \,|\, z>0\}$, причем в R_-^3 параметры ε, μ, σ — известны и постоянны, а в R_+^3 — гладкие функции точки $(x,y,z)\in R_+^3$ вплоть до границы. На общей границе областей R_-^3, R_+^3 коэффициенты ε, μ, σ терпят скачок конечной длины.

Для формирования математической модели данной обратной задачи, студенты выписывают систему уравнений Максвелла

$$\left.\begin{aligned}
&rot\;\vec{H}(x,y,z,t) = \varepsilon\frac{\partial}{\partial t}\vec{E}(x,y,z,t) + \sigma\vec{E}(x,y,z,t) + \vec{j}(x,y,z,t),\\
&rot\,\vec{E}(x,y,z,t) = -\mu\frac{\partial}{\partial t}\vec{H}(x,y,z,t),\\
&(x,y,z,t)\in R_+^3 \cup R_-^3,\;\; t\in R,\;\; R_\pm^3 = \{(x,y,z)\in R^3 \;|\pm z>0\}
\end{aligned}\right\} \tag{3}$$

с данными Коши

$$\vec{E}\Big|_{t<0} \equiv 0,\quad \vec{H}\Big|_{t<0} \equiv 0,\quad \vec{j}\Big|_{t<0} \equiv 0 \tag{4}$$

и условиями непрерывности на поверхности разрыва среды

$$[E_x]_{z=0} = [E_y]_{z=0} = [H_x]_{z=0} = [H_y]_{z=0} = 0, \tag{5}$$

В равенствах (3), (5) $\vec{E} = (E_x,\,E_y,\,E_z)$, $\vec{H} = (H_x,\,H_y,\,H_z)$, $[U]_{z=0} = U^+\big|_{z=0} - U^-\big|_{z=0}$, $U^+\big|_{z=0}$, $U^-\big|_{z=0}$ — предельные значения функции U, вычисленные в областях $z > 0$ и $z < 0$ соответственно.

В случае источника вида (2), как указывает теория (см., например, [2]):

$$\vec{E} = \vec{E}(x, z, t), \quad \vec{H} = \vec{H}(x, z, t), \tag{6}$$

$$E_x = E_z = H_y = 0. \tag{7}$$

С учетом (6), (7) из системы уравнений Максвелла, выполнив несложные преобразования, студенты получают двумерное волновое уравнений вида (1) относительно второй компоненты вектора напряженности электрического поля

$$\frac{\partial^2}{\partial t^2} E_y - c^2(z)\, \Delta E_y = L(E_y) + f(x, z, t), \tag{8}$$

где $c(z) = \dfrac{1}{\sqrt{\varepsilon(z) \cdot \mu(z)}}, \quad \Delta = \dfrac{\partial^2}{\partial x^2} + \dfrac{\partial^2}{\partial z^2},$

$$L(E_y) = \left(\frac{1}{\varepsilon(z) \cdot \mu^2(z)} \cdot \frac{\partial}{\partial z}\, \mu(z) \right) \cdot \frac{\partial}{\partial z} E_y,$$

$$f(x, z, t) = -\frac{h(x)}{\varepsilon(z)} \cdot \delta(z, t).$$

Учитывая (2), волновое уравнение (8), студенты сводят к ($2N$ + 1)-одномерным волновым уравнениям:

$$\begin{gathered} \frac{\partial^2}{\partial t^2} U_k = c^2(z) \cdot \frac{\partial^2}{\partial z^2} U_k - \frac{\mu'(z)}{\varepsilon(z) \cdot \mu^2(z)} \cdot \frac{\partial}{\partial z} U_k - \\ - c^2(z) \cdot k^2 \cdot U_k - \frac{h_k}{\varepsilon(z)} \cdot \delta(z, t), \quad k = \overline{-N, N}, \end{gathered} \tag{9}$$

$$f(x, z, t) = -\sum_{k=-N}^{N} h_k \exp(ikx) \frac{1}{\varepsilon(z)} \cdot \delta(z, t). \tag{10}$$

Наконец, выписав дополнительную информацию о второй компоненте вектора напряженности электрического поля

$$\begin{gathered} E_y(0, 0, t) = f_1(t), \quad \frac{\partial}{\partial x} E_y(0, 0, t) = f_2(t), \quad t > 0, \\ f_i(t) \in C^2(0, T), \quad i = 1, 2, \end{gathered} \tag{11}$$

студенты завершают построение математической модели обратной задачи в виде (9)—(11).

В дальнейшем, применяя методы исследования подобных обратных задач, студенты должны доказать локальную разрешимость обратной задачи (9)—(11). Сформулируем полученные теоремы для обратной задачи (9)—(11).

Определение 1. Решением обратной задачи (9)—(11) называются функции $\varepsilon^+(z)$,· $\mu^+(z)$, $z > 0$, такие, что решение прямой задачи (9), (10), отвечающее этим функциям, удовлетворяет (11).

Теорема 1. Пусть для функций $f_i(t) \in C^2(0, T)$, $i = 1, 2$, $h(x)$ выполнены соотношения

$$h(0) \neq 0, \quad h(0)\, h'''(0) - h'(0)\, h''(0) \neq 0, \tag{12}$$

$$f_1(+0) \neq 0,\ sign\big(f_1(+0)\big) = -\,sign\big(h(0)\big),\ \ f_2(+0) = \frac{h'(0)\, f_1(+0)}{h(0)}, \tag{13}$$

$$\frac{1}{f_1(+0)} \frac{d}{dt} f_1(+0) = \frac{1}{f_2(+0)} \frac{d}{dt} f_2(+0). \tag{14}$$

Тогда для достаточно малого $T > 0$ существует непрерывное решение обратной задачи (9)—(11).

Пусть m, M, T — фиксированные положительные числа, $m \leq M$, $L = \dfrac{T}{2m}$, $Q(m, M)$ — множество пар $\left(\varepsilon^+(z), \cdot\ \mu^+(z)\right)$ функций из класса $\Lambda(m, M, L)$, $\Lambda(m, M, L) = \left\{a(z) \in C^2\left[0, L\right] \,\middle|\, \|\, a \,\|_{C^2[0,\, L]} \leq M,\ \ a(z) \geq m\right\}$.

Теорема 2. Пусть паре $\left(\varepsilon^+(z), \cdot\ \mu^+(z)\right) \in Q(m, M)$ соответствует информация (11), а паре $\left(\bar{\varepsilon}^+(z), \cdot\ \bar{\mu}^+(z)\right) \in Q(m, M)$ — информация (11) с функциями $\bar{f}_1(t), \bar{f}_2(t)$. Тогда при условиях (12)—(14) для каждого $T > 0$ существует положительная постоянная C, что

$$\max\left(\left\| \varepsilon^+(z) - \bar{\varepsilon}^+(z)\right\|_{C[0,\, L]}, \left\| \mu^+(z) - \bar{\mu}^+(z)\right\|_{C[0,\, L]}\right) \leq C \sum_{i=1}^{2} \left\| f_i(t) - f_i'(t)\right\|_{C^2[0,\, T]}.$$

Приведенный пример наглядно демонстрирует реализацию прикладной направленности, межпредметных связей в процессе обучения обратным задачам для дифференциальных уравнений, что способствует формированию у студентов фундаментальных знаний по различным дисциплинам естествознания. Студенты в процессе решения данной обратной задачи осознают корректность математической модели обратной задачи, анализируют проблемные ситуации в реализации математического метода решения обратной задачи, применяют полученные знания для решения конкретной прикладной задачи, обнаруживают знания в области теории и практики исследования математических моделей, грамотно объясняют и обосновывают практические выводы полученного решения обратной задачи. Очевидно, что в данном случае студенты демонстрируют компетентность в области прикладной математики.

ЛИТЕРАТУРА

[1] *Байденко В.И.* Выявление состава компетенций выпускников вузов как необходимый этап проектирования ГОС ВПО нового поколения: методическое пособие. — М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2006. — 72 с.

[2] *Бидайбеков Е.Ы., Корнилов В.С., Камалова Г.Б.* Обучение будущих учителей математики и информатики обратным задачам для дифференциальных уравнений // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия «Информатика и информатизация образования». — 2014. — № 3 (29). — С. 57—69.

[3] *Блехман И.М., Мышкис А.Д., Пановко Я.Г.* Прикладная математика: Предмет, логика, особенности подходов. — М.: КомКнига, 2005. — 376 с.

[4] *Бреховских Л.М.* Волны в слоистых средах. — М.: АН СССР, 1957. — 502 с.

[5] *Валиханова О.А.* Формирование информационно-математической компетентности студентов инженерных вузов в обучении математике с использованием комплекса прикладных задач: Дисс. ... канд. пед. наук. — Красноярск, 2008. — 183 с.

[6] *Вербицкий А.А., Ильязова М.Д.* Формирование инвариантов компетентности студента: ситуационно-контекстный подход // Высшее образование сегодня. — 2011. — № 3. — С. 34—38.

[7] *Денисов А.М.* Введение в теорию обратных задач: Учеб. пособие. — М.: Изд-во МГУ им. М.В. Ломоносова, 1994. — 207 с.

[8] *Кабанихин С.И.* Обратные и некорректные задачи: Учебник. — Новосибирск: Сибирское научное издательство, 2008. — 460 с.

[9] *Казанчян М.С.* Формирование в вузе профессионально-математических компетенций специалистов химико-фармацевтического профиля: Автореф. дисс. ... канд. пед. наук. — М., 2010. — 23 с.

[10] *Корнилов В.С.* Условная устойчивость одномерной обратной задачи об одновременном определении двух коэффициентов, входящих в гиперболическое уравнение // Методы решения условно-корректных задач: Сб. науч. тр. — Новосибирск: ИМ СО АН СССР, 1991. — С. 102—122.

[11] *Корнилов В.С.* Некоторые обратные задачи идентификации параметров математических моделей: Учеб. пособие. — М.: МГПУ, 2005. — 359 с.

[12] *Корнилов В.С.* Вузовская подготовка специалистов по прикладной математике — история и современность // Наука и школа. — 2006. — № 4. — С. 10—12.

[13] *Корнилов В.С.* Гуманитарные аспекты вузовской системы прикладной математической подготовки // Наука и школа. — 2007. — № 5. — С. 23—28.

[14] *Корнилов В.С.* Теоретические и методические основы обучения обратным задачам для дифференциальных уравнений в условиях гуманитаризации высшего математического образования: Дисс. ... д-ра пед. наук. — М., 2008. — 481 с.

[15] *Корнилов В.С.* История развития теории обратных задач для дифференциальных уравнений — составляющая гуманитарного потенциала обучения прикладной математике // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия «Информатика и информатизация образования». — 2009. — № 1 (17). — С. 108—113.

[16] *Корнилов В.С.* Теоретические основы информатизации прикладного математического образования: Монография. — Воронеж: Научная книга, 2011. — 140 с.

[17] *Корнилов В.С.* Обратные задачи в содержании обучения прикладной математике // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия «Информатизация образования». — 2014. — № 2. — С. 109—118.

[18] *Левченко И.В., Корнилов В.С., Беликов В.В.* Роль информатики в подготовке специалистов по прикладной математике // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия «Информатика и информатизация образования». — 2009. — № 2 (18). — С. 108—112.

[19] *Мединцева И.П.* Компетентностный подход в образовании // Педагогическое мастерство: Материалы II международной научной конференции (г. Москва, декабрь 2012 г.). — URL: http://www.moluch.ru/conf/ped/archive/65/3148/

[20] *Палеева М.Л.* Опыт развития математической компетентности студентов технических специальностей // Вестник Томского государственного педагогического университета. — 2009. — № 10 (88). — С. 122—128.

[21] *Плахова В.Г.* Формирование математической компетенции у студентов технических вузов: Автореф. дисс. ... канд. пед. наук. — Саранск, 2009. — 170 с.

[22] *Романов В.Г.* Обратные задачи математической физики. — М.: Наука, 1984. — 264 с.

[23] *Bidaybekov E.I., Kornilov V.S., Kamalova G.B.* Inverse Problems for differential equations in education // Inverse Problems: Modeling and Simulation (IPMS-2014): Abstracts of the 7th International conference» (Fethiye, Turkey, May 26—31, 2014). — Fethiye, Turkey, 2014. — P. 69.

[24] *Saparbekova G.A., Kornilov V.S., Berkimbaev K.M., Marasulov A.M., Akeshova M.M.* Formation of students' humanitarian culture in teaching applied mathematics // The Iceland Journal of Life Sciences. — Jul 2014 of Jokull journal (ISSN: 0449-0576). — Vol. 64. — No. 7. — P. 30—39.

LITERATURA

[1] *Bajdenko V.I.* Vyjavlenie sostava kompetencij vypusknikov vuzov kak neobhodimyj jetap proektirovanija GOS VPO novogo pokolenija: metodicheskoe posobie. — M.: Issledovatel'skij centr problem kachestva podgotovki specialistov, 2006. — 72 s.

[2] *Bidajbekov E.Y., Kornilov V.S., Kamalova G.B.* Obuchenie budushhih uchitelej matematiki i informatiki obratnym zadacham dlja differencial'nyh uravnenij // Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Serija «Informatika i informatizacija obrazovanija». — 2014. — № 3 (29). — S. 57—69.

[3] *Blehman I.M., Myshkis A.D., Panovko Ja. G.* Prikladnaja matematika: Predmet, logika, osobennosti podhodov. — M.: KomKniga, 2005. — 376 s.

[4] *Brehovskih L.M.* Volny v sloistyh sredah. — M.: AN SSSR, 1957. — 502 s.

[5] *Valihanova O.A.* Formirovanie informacionno-matematicheskoj kompetentnosti studentov inzhenernyh vuzov v obuchenii matematike s ispol'zovaniem kompleksa prikladnyh zadach: diss. ... kand. ped. nauk. — Krasnojarsk, 2008. — 183 s.

[6] *Verbickij A.A., Il'jazova M.D.* Formirovanie invariantov kompetentnosti studenta: situacionno-kontekstnyj podhod // Vysshee obrazovanie segodnja. — 2011. — № 3. — S. 34—38.

[7] *Denisov A.M.* Vvedenie v teoriju obratnyh zadach: ucheb. posobie. — M.: Izd-vo MGU im. M.V. Lomonosova, 1994. — 207 s.

[8] *Kabanihin S.I.* Obratnye i nekorrektnye zadachi: uchebnik. — Novosibirsk: Sibirskoe nauchnoe izdatel'stvo, 2008. — 460 с.

[9] *Kazanchjan M.S.* Formirovanie v vuze professional'no-matematicheskih kompetencij specialistov himiko-farmacevticheskogo profilja: Avtoref. diss. ... kand. ped. nauk. — M., 2010. — 23 s.

[10] *Kornilov V.S.* Uslovnaja ustojchivost' odnomernoj obratnoj zadachi ob odnovremennom opredelenii dvuh kojefficientov, vhodjashhih v giperbolicheskoe uravnenie // Metody reshenija uslovno-korrektnyh zadach: Sb. nauch. tr. — Novosibirsk: IM SO AN SSSR, 1991. — С. 102—122.

[11] *Kornilov V.S.* Nekotorye obratnye zadachi identifikacii parametrov matematicheskih modelej: uchebnoe posobie. — M.: MGPU, 2005. — 359 s.

[12] *Kornilov V.S.* Vuzovskaja podgotovka specialistov po prikladnoj matematike — istorija i sovremennost' // Nauka i shkola. — 2006. — № 4. — S. 10—12.

[13] *Kornilov V.S.* Gumanitarnye aspekty vuzovskoj sistemy prikladnoj matematicheskoj podgotovki // Nauka i shkola. — 2007. — № 5. — S. 23—28.

[14] *Kornilov V.S.* Teoreticheskie i metodicheskie osnovy obuchenija obratnym zadacham dlja differencial'nyh uravnenij v uslovijah gumanitarizacii vysshego matematicheskogo obrazovanija: Diss. ... d-ra ped. nauk. — M., 2008. — 481 s.

[15] *Kornilov V.S.* Istorija razvitija teorii obratnyh zadach dlja differencial'nyh uravnenij — sostavljajushhaja gumanitarnogo potenciala obuchenija prikladnoj matematike // Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Serija «Informatika i informatizacija obrazovanija». — 2009. — № 1 (17). — S. 108—113.

[16] *Kornilov V.S.* Teoreticheskie osnovy informatizacii prikladnogo matematicheskogo obrazovanija: Monografija. — Voronezh: Nauchnaja kniga, 2011. — 140 s.

[17] *Kornilov V.S.* Obratnye zadachi v soderzhanii obuchenija prikladnoj matematike // Vestnik Rossijskogo universiteta druzhby narodov. Serija «Informatizacija obrazovanija». — 2014. — № 2. — S. 109—118.

[18] *Levchenko I.V., Kornilov V.S., Belikov V.V.* Rol' informatiki v podgotovke specialistov po prikladnoj matematike // Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Serija «Informatika i informatizacija obrazovanija». — 2009. — № 2 (18). — S. 108—112.

[19] *Medinceva I.P.* Kompetentnostnyj podhod v obrazovanii // Pedagogicheskoe masterstvo: Materialy II mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii (g. Moskva, dekabr' 2012 g.). — URL: http://www.moluch.ru/conf/ped/archive/65/3148/

[20] *Paleeva M.L.* Opyt razvitija matematicheskoj kompetentnosti studentov tehnicheskih special'nostej // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. — 2009. — № 10 (88). — S. 122—128.

[21] *Plahova V.G.* Formirovanie matematicheskoj kompetencii u studentov tehnicheskih vuzov: Avtoref. diss. ... kand. ped. nauk. — Saransk, 2009. — 170 s.

[22] *Romanov V.G.* Obratnye zadachi matematicheskoj fiziki. — M.: Nauka, 1984. — 264 s.

[23] *Bidaybekov E.I., Kornilov V.S., Kamalova G.B.* Inverse Problems for differential equations in education // Inverse Problems: Modeling and Simulation (IPMS–2014): Abstracts of the 7th International conference» (Fethiye, Turkey, May 26—31, 2014). — Fethiye, Turkey, 2014. — P. 69.

[24] *Saparbekova G.A., Kornilov V.S., Berkimbaev K.M., Marasulov A.M., Akeshova M.M.* Formation of students' humanitarian culture in teaching applied mathematics // The Iceland Journal of Life Sciences. — Jul 2014 of Jokull journal (ISSN: 0449—0576). — Vol. 64. — No. 7. — P. 30—39.

TRAINING STUDENTS TO INVERSE PROBLEMS FOR DIFFERENTIAL EQUATIONS AS THE FACTOR OF FORMING COMPETENCE IN THE FIELD OF APPLIED MATHEMATICS

V.S. Kornilov

Computer Science and Applied Mathematics Chair
Moscow City Pedagogical University
Sheremetjevskaya str., 29, Moscow, Russia, 127521

In article the problem of training of specialists in the field of applied mathematics is discussed. The attention on the content of training of students of physical and mathematical specialties of higher educational institutions to the inverse problems for differential equations is paid. The statement of the inverse problem for system of the equations of Maxwell which entered the content of training, the scheme of its decision with the formulation of the corresponding final theorems is given. Conclusions about formation of competence of students in the field of applied mathematics in the course of such training are drawn.

Key words: training to the inverse problem for differential equations, applied mathematics, competence, the student.