# ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ СТУДЕНТОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ ОБРАТНЫМ ЗАДАЧАМ ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

**В.С. Корнилов**

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

В статье обращается внимание на формирование экологической культуры студентов физико-математических специальностей вузов при обучении обратным задачам для дифференциальных уравнений. Приводятся примеры учебных задач, в процессе решения которых студенты приобретают умения и навыки логических рассуждений экологического характера.

**Ключевые слова:** гуманитаризация прикладного математического образования, обратные задачи для дифференциальных уравнений, экологическая культура, прикладная математика, студент.

Очевиден существенный вклад прикладной математики в развитие человеческой цивилизации (см., например, [1; 2; 11; 19]). Вместе с тем широко известно, что в некоторых случаях практическая реализация прикладных исследований влечет за собой глобальные экологические проблемы. Происходят необратимые негативные процессы в окружающей среде. Подобные ситуации неизбежно приводят к противоречию современных достижений мировой науки и ее социально-нравственных аспектов.

Эта проблема осознается не только учеными. Неслучайно одним из направлений совершенствования российской системы образования является гуманитаризация математического образования, концепция содержания которой начала разрабатываться с 90-х гг. прошлого столетия. Гуманитаризация математического образования находит свое развитие в исследованиях И. Грековой, Н.В. Давыдовой, Г.В. Дорофеева, С.Н. Дорофеева, Т.А. Ивановой, Г.В. Лаврентьева, Т.Н. Мираковой, А.Г. Мордковича, И.В. Пильщиковой и других ученых (см., например, [2; 4; 8; 10]).

Одним из аспектов гуманитаризации математического образования является экологическое воспитание студентов. В настоящее время востребованы и функционируют во многих вузах экологические специальности, среди которых «Экология и природоиспользование», «Геоэкология», «Экологический менеджмент» и др. В процессе обучения на таких специальностях студенты приобретают фундаментальные знания по общей экологии, социальной экологии, геоэкологии, прикладной экологии, об атмосфере, о биосфере, гидросфере и др., формируют умения и навыки применять современные природоохранные технологии в прикладных исследованиях.

Проблема формирования экологической культуры у студентов находит свое развитие в исследованиях не только экологов, но и математиков, физиков, биологов, философов и других специалистов. Среди них Н.В. Болотелов, Ю.И. Бродский, А.В. Гагарин, М.М. Еланова, А.В. Иващенко, И.С. Ильясова, Г.И. Кушникова, Л.В. Мантатова, Е.В. Муравьёва, Ю.Н. Павловский, А.П. Петров, Е.В. Рахматуллина, С.А. Степанов, С.М. Файрушина и другие ученые (см., например, [2; 5; 6; 15—17; 20]). На одной из прошедших международных конференций «Проекты будущего: междисциплинарный подход» Ю.Н. Павловский заостряет свое внимание на создании более высокого уровня взаимопонимания математических и гуманитарных исследований, которые позволили бы внедрять природосберегающие технологии.

В настоящее время гуманитаризация является тенденцией развития многих научных и образовательных областей, к числу которых, бесспорно, относится и прикладная математика. Определенный вклад в формирование экологической культуры студентов физико-математических специальностей вузов вносит обучение обратным задачам для дифференциальных уравнений, содержание которого формируется на основе теории обратных задач для дифференциальных уравнений, которая в настоящее время развивается в исследованиях Ю.Е. Аниконова, А.В. Баева, А.С. Барашкова, А.Л. Бухгейма, П.Н. Вабишевича, А.О. Ватульяна, В.В. Васина, А.В. Гончарского, А.М. Денисова, С.И. Кабанихина, В.Г. Романова, А.М. Федотова, В.А. Чеверды, В.Г. Чередниченко, В.Г. Яхно, и других ученых (см., например, [2; 5—7; 9]).

Это обусловлено тем, что в процессе такого обучения студенты приобретают фундаментальные знания не только в области математических методов исследования подобных прикладных задач. В процессе обучения обратным задачам студентам прививаются черты гуманитаризации. Студенты приобретают умения и навыки анализировать полученные решения обратных задач для дифференциальных уравнений, формулировать логические выводы об экологическом состоянии воздушного пространства, земной или водной среды, применять численные результаты решений обратных задач в гуманитарном анализе прикладных исследований.

В процессе обучения студентов обратным задачам для дифференциальных уравнений рассматриваются различные постановки таких задач с последующим экологическим анализом полученных решений. Рассмотрим несколько таких прикладных задач.

**Пример 1.** Важную роль при исследовании земной среды играют геофизические методы. Они основаны на изучении земной поверхности физического поля, несущего информацию о глубинном строении Земли. Таким полем является электромагнитное поле, которое может создаваться различными импульсными источниками электромагнитных колебаний.

Процесс взаимодействия электромагнитных колебаний описывается системой уравнений Максвелла (см., например, [11; 18]):

$$rot\,\vec{H} = \varepsilon\frac{\partial}{\partial t}\vec{E} + \sigma\,\vec{E} + \vec{j}, \quad rot\,\vec{E} = -\mu\frac{\partial}{\partial t}\vec{H}, \tag{1}$$

$$\vec{E} = \left(E_x, E_y, E_z\right), \ \vec{H} = \left(H_x, H_y, H_z\right), \ \vec{j} = \vec{j}(x, y, z, t),$$

$$(x, y, z) \in R_-^3 = \left\{x \in R,\, y \in R,\, z < 0\right\} \text{ — воздушное пространство,}$$

$$(x, y, z) \in R_+^3 = \{ x \in R,\ y \in R,\ z > 0 \} \text{ — земная среда,}$$

$$\begin{cases} \lim\limits_{z \to 0+} E_x(x, y, z, t) = \lim\limits_{z \to 0-} E_x(x, y, z, t), \\ \lim\limits_{z \to 0+} E_y(x, y, z, t) = \lim\limits_{z \to 0-} E_y(x, y, z, t), \\ \lim\limits_{z \to 0+} H_x(x, y, z, t) = \lim\limits_{z \to 0-} H_x(x, y, z, t), \\ \lim\limits_{z \to 0+} H_y(x, y, z, t) = \lim\limits_{z \to 0-} H_y(x, y, z, t) \end{cases} \tag{2}$$

$$\vec{E}\Big|_{t<0} \equiv 0, \quad \vec{H}\Big|_{t<0} \equiv 0, \quad \vec{j}\Big|_{t<0} \equiv 0, \tag{3}$$

В уравнениях (1): $\vec{E}$, $\vec{H}$ — векторы электрической и магнитной напряженности поля; $\vec{j} = \left( j_x, j_y, j_z \right)$ — плотность внешнего электрического тока, носитель которого находится в области $(x, y) \in R^2, z \le 0, t \ge 0$; $rot\,\vec{H}$ и $rot\,\vec{E}$ — роторы векторов $\vec{H}$ $\vec{E}$:

$$rot\,\vec{H} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ \dfrac{\partial}{\partial x} & \dfrac{\partial}{\partial y} & \dfrac{\partial}{\partial z} \\ H_x & H_y & H_z \end{vmatrix}, \quad rot\,\vec{E} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ \dfrac{\partial}{\partial x} & \dfrac{\partial}{\partial y} & \dfrac{\partial}{\partial z} \\ E_x & E_y & E_z \end{vmatrix};$$

$\varepsilon > 0$, $\mu > 0$ — диэлектрическая и магнитная проницаемости среды; $\sigma \ge 0$ — проводимость среды; коэффициенты $\varepsilon$, $\mu$, $\sigma$ в области $z > 0$ в зависимости от рассматриваемой геофизической модели могут быть функциями одной или нескольких переменных, а области $z < 0$ они считаются постоянными.

На границе областей $R_-^3$, $R_+^3$ коэффициенты $\varepsilon$, $\mu$, $\sigma$ имеют конечный разрыв.

Рассмотрим процесс взаимодействия электромагнитного поля с изотропной неоднородной средой лишь по глубине $z$: $\varepsilon = \varepsilon(z)$, $\mu = \mu(z)$, $\sigma = \sigma(z)$, который инициируется импульсным источником вида

$$\vec{j} = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} h(x)\delta(z)\theta(t). \tag{4}$$

В (4) $\delta(z)$ — дельта-функция Дирака, $\theta(t)$ — тета-функция Хевисайда, $h(x)$ — плотность источника:

$$h(x) = \sum_{k=-N}^{N} h_k \exp(ikx), \ \ h_{(-k)} = \overline{h}_k, \ \ i = \sqrt{-1}\,, \tag{5}$$

черта над $h_k$ — знак комплексного сопряжения.

Известно, что в этом случае $\vec{E}$ и $\vec{H}$ не являются функциями переменной $y$ и

$$E_x = E_z = H_y = 0. \quad (6)$$

Система уравнений Максвелла (1) принимает вид

$$\frac{\partial}{\partial y}H_z - \frac{\partial}{\partial z}H_y = \varepsilon \cdot \frac{\partial}{\partial t}E_x + \sigma \cdot E_x,$$

$$\frac{\partial}{\partial y}E_z - \frac{\partial}{\partial z}E_y = -\mu \cdot \frac{\partial}{\partial t}H_x,$$

$$-\frac{\partial}{\partial x}H_z + \frac{\partial}{\partial z}H_x = \varepsilon \cdot \frac{\partial}{\partial t}E_y + \sigma \cdot E_y + h(x) \cdot \delta(z) \cdot \theta(t),$$

$$-\frac{\partial}{\partial x}E_z + \frac{\partial}{\partial z}E_x = -\mu \cdot \frac{\partial}{\partial t}H_y,$$

$$\frac{\partial}{\partial x}H_y - \frac{\partial}{\partial y}H_x = 0,$$

$$\frac{\partial}{\partial x}E_y - \frac{\partial}{\partial y}E_x = -\mu \cdot \frac{\partial}{\partial t}H_z.$$

С учетом (6) имеем три уравнения

$$\left.\begin{aligned} &\mu \cdot \frac{\partial}{\partial t}H_x - \frac{\partial}{\partial z}E_y = 0, \\ &\mu \cdot \frac{\partial}{\partial t}H_z + \frac{\partial}{\partial x}E_y = 0, \\ &-\frac{\partial}{\partial x}H_z + \frac{\partial}{\partial z}H_x = \varepsilon \cdot \frac{\partial}{\partial t}E_y + \sigma \cdot E_y + h(x) \cdot \delta\ (z) \cdot \theta\ (t). \end{aligned}\right\} \quad (7)$$

Из системы (7) вытекает двумерное гиперболическое уравнение второго порядка

$$\frac{\partial^2}{\partial t^2}E_y - c^2(z)\Delta E_y = L_1(E_y) + f(x, z, t), \quad (8)$$

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

$$L_1(E_y) = -\frac{\sigma(z)}{\varepsilon(z)} \cdot \frac{\partial}{\partial t}E_y - \left(\frac{1}{\varepsilon(z) \cdot \mu^2(z)} \cdot \frac{\partial}{\partial z}\mu(z)\right) \cdot \frac{\partial}{\partial z}E_y,$$

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

Так как

$$U(x, z, t) = \sum_{k=-N}^{N} U_k(z, t)\exp(ikx), \ U(x, z, t) \equiv E_y(x, z, t),$$

из (8) имеем

$$\frac{\partial^2}{\partial t^2}U_k = c^2(z)\cdot\frac{\partial^2}{\partial z^2}U_k - \frac{\sigma(z)}{\varepsilon(z)}\cdot\frac{\partial}{\partial t}U_k - \frac{\mu'(z)}{\varepsilon(z)\cdot\mu^2(z)}\cdot\frac{\partial}{\partial z}U_k -$$

$$-c^2(z)\cdot k^2\cdot U_k - \frac{h_k}{\varepsilon(z)}\cdot\delta(z,t),\quad k=-\overline{N,\,N}. \tag{9}$$

Приведем одну из постановок обратной задачи для двумерного гиперболического уравнения и сформулируем соответствующие теоремы.

Рассмотрим уравнение

$$U_{tt}=U_{zz}-\sigma(z)U_t,\ \ z\in R,\ z\neq 0,\ \ t\in R \tag{10}$$

при начальных и граничных условиях

$$\begin{cases}\lim\limits_{z\to 0+}U(z,t)=\lim\limits_{z\to 0-}U(z,t),\\ \lim\limits_{z\to 0+}U_t(z,t)-\lim\limits_{z\to 0-}U_t(z,t)=\alpha\,\delta(t),\ \ t\geq 0.\end{cases} \tag{11}$$

В (10), (11) $\sigma(z)=\sigma^-$, $z<0$; $\sigma(z)=\sigma^+(z)$, $z>0$; $\delta(t)$ — дельта-функция Дирака, $\sigma^-$, $\alpha$ — известные константы.

*Постановка обратной задачи.* Из (10), (11) определить неизвестный коэффициент $\sigma^+(z)$ в области $z>0$, если известно, что

$$\lim_{z\to 0+}U(z,t)=f(t),\ \ t>0. \tag{12}$$

*Теорема 1.* Пусть $f(t)\in C^1(0,T)$ причем $f(+0)=-\alpha/2.$ Тогда для малого $T>0$ решение обратной задачи (10)—(12) существует, единственно и принадлежит $C[0,\,T/2]$.

*Теорема 2.* Пусть коэффициенты $\sigma^+(z),\overline{\sigma}^+(z)\in Q^+(M,T)$, $Q^+(M,T)=$ $=\left\{\sigma^+(z)\,\middle|\,\left\|\sigma^+\right\|_{C[0,T/2]}\leq M\right\}$ и $f(t),\overline{f}(t)\in C^1(0,T)$ — отвечающая соответственно $\sigma^+(z),\overline{\sigma}^+(z)$ дополнительная информация о решении прямой задачи (10), (11) при $t>0$, $z=+0$. Тогда справедливо неравенство

$$\left\|\sigma^+(z)-\overline{\sigma}^+(z)\right\|_{C[0,\,T/2]}\leq \mathrm{const}\left\|f'(t)-\overline{f}'(t)\right\|_{C[0,\,T]}.$$

В процессе исследования обратной задачи студенты по полученным результатам делают логические выводы не только о внутреннем строении земной среды, но и ее экологическом состоянии и возможных последствиях для природной среды. Подобные логические размышления способствуют формированию у студентов умений и навыков в гуманитарном анализе характера загрязнения земной среды и воздушного пространства, представлений о роли системы уравнений Максвелла в гуманитарном анализе свойств земной среды.

**Пример 2.** Рассмотрим параболическое уравнение второго порядка [15]:

$$U_t = \sum_{i=1}^{n} \frac{\partial^2 U}{\partial x_i^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} + \varphi(t) \cdot f(x, y), \tag{13}$$

$$U = U(x, y, t),\ \ x = (x_1, x_2, ..., x_n) \in R^n,\ \ y \ge 0,\ \ t \ge 0,$$

при начальных и граничных условиях

$$U(x, y, 0) = 0,\ \ \left(U_y + hU\right)\Big|_{y=0} = 0. \tag{14}$$

В выражениях (13), (14): $h$ — известное число, $\varphi(t) = \exp(-\lambda_0 t)$, $\lambda_0$ — период полураспада радиоактивного элемента, $f(x, y)$ — неизвестная функция.

*Постановка обратной задачи.* В области $y \ge 0$ определить $f(x, y)$, если о решении задачи (13), (14) известна информация вида

$$U(x, 0, t) = F(x, t). \tag{15}$$

В ходе решения этой прикладной задачи студенты осознают ее физический смысл, связанный с определением плотности радиоактивных источников тепла по известному тепловому излучению на поверхности Земли. Кроме того, студенты по найденному решению формулируют логические выводы об экологической ситуации окружающей среды.

**Пример 3.** Рассмотрим обыкновенное дифференциальное уравнение первого порядка с начальным данным [3]:

$$\frac{dN(t)}{dt} = -\gamma N(t),\ \ t \ge t_0, \tag{16}$$

$$N(t_0) = N_0. \tag{17}$$

В выражениях (16), (17): $N(t)$ — количество вещества в данный момент времени, $N_0$ — количество радиоактивного вещества в начальный момент времени. Если постоянные $\gamma$ и $N_0$ известны, то, решив задачу Коши, можно определить, как будет изменяться количество радиоактивного вещества с течением времени.

Студенты, решая задачу нахождения $N(t)$ из (16), (17) при заданном $\gamma$, осознают физический смысл процесса радиоактивного распада. Коэффициент пропорциональности $\gamma$ носит название коэффициента скорости распада.

Вместе с нахождением прямой задачи (17), (18) студенты решают и обратную задачу, которая заключается в следующем. Вид радиоактивного вещества (коэффициент $\gamma$) и его первоначальное количество $N_0$ неизвестны, но из эксперимента известно количество радиоактивного вещества $N(t)$ при $t \in [t_1, t_2]$. Требуется по функции $N(t)$, заданной для $t \in [t_1, t_2]$, определить постоянные $\gamma$ и $N_0$. Решив обратную задачу, студенты проводят соответствующий экологический анализ.

Подобные логические размышления в процессе обучения обратным задачам для дифференциальных уравнений способствуют формированию у студентов умений и навыков в гуманитарном анализе характера загрязнения земной среды и воздушного пространства, системы знаний о роли обратных задач для дифференциальных уравнений в гуманитарном анализе свойств водной среды, земной среды и воздушного пространства.

Фундаментальные знания в области прикладной математики, в том числе в области обратных задач для дифференциальных уравнений, умения и навыки использования этих знаний в своей профессиональной деятельности, обладание гуманитарной культурой, осознание гуманных отношений своей прикладной деятельности с окружающей средой и обществом способствует формированию у студентов духовности, развитию мировоззрения и осознания сопричастности к цивилизованному развитию общества.

В заключение напомним слова Ю.Н. Павловского о том, что специалистам в области прикладной математики необходима гуманитарная культура [19].

## ЛИТЕРАТУРА

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

[2] *Болотелов Н.В., Бродский Ю.И., Оленев Н.Н., Павловский Ю.Н.* Эколого-социально-экономические модели: гуманитарный и информационный аспекты // Информационное общество. — 2001. — № 6. — С. 43—51.

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

[4] *Еланова М.М., Мантатова Л.В.* Гуманизация образования в целях устойчивого развития: монография. — Улан-Удэ, 2006.

[5] *Иващенко А.В., Гагарин А.В., Степанов С.А.* Ценностный подход к формированию профессионально-экологической культуры будущего специалиста // Вестник Московского государственного гуманитарного университета им. М.А. Шолохова. — 2012. — № 1. — Т. 1. — С. 58—67.

[6] *Ильясова И.С.* Педагогические условия формирования экологической культуры студентов в учреждениях среднего профессионального образования: дисс.... канд. пед. наук. — Омск, 2010.

[7] *Корнилов В.С.* Некоторые обратные задачи идентификации параметров математических моделей: учебное пособие. — М.: МГПУ, 2005.

[8] *Корнилов В.С.* Гуманитарная компонента прикладного математического образования // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия «Информатика и информатизация образования». — 2006. — № 2 (7). — С. 94—100.

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

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

[11] *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.

[12] *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.

[13] *Корнилов В.С.* Психологические аспекты обучения студентов вузов фрактальным множествам // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия «Информатизация образования». — 2011. — № 4. — С. 79—82.

[14] *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.

[15] *Кушникова Г.И.* Педагогические технологии формирования экологической культуры студентов // Современные проблемы науки и образования. — 2006. — № 1 — С. 62—62.

[16] *Муравьёва Е.В.* Экологическое образование студентов технического вуза как базовая составляющая стратегии преодоления экологического кризиса: Дисс. ... д-ра пед. наук. — Казань, 2008.

[17] *Рахматуллина Е.В., Семчук Н.М.* Принципы формирования экологической культуры студентов ССУЗ // Успехи современного естествознания. — 2005. — № 2 — С. 50—51.

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

[19] Современные проблемы прикладной математики: Сборник научно-популярных статей. Выпуск 1 / Под ред. А.А. Петрова. — М.: МЗ Пресс, 2005.

[20] *Файрушина С.М.* Формирование экологической культуры студентов педагогических вузов в процессе изучения естественнонаучных дисциплин: Дисс. ... канд. пед. наук. — Казань, 2007.

## LITERATURA

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

[2] *Bolotelov N.V., Brodskij Ju. I., Olenev N.N., Pavlovskij Ju.N.* Jekologo-social'no-jekonomicheskie modeli: gumanitarnyj i informacionnyj aspekty // Informacionnoe obshhestvo, 2001. — № 6. — S. 43—51.

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

[4] *Elanova M.M., Mantatova L.V.* Gumanizacija obrazovanija v celjah ustojchivogo razvitija: monografija. — Ulan-Udje, 2006.

[5] *Ivashhenko A.V., Gagarin A.V., Stepanov S.A.* Cennostnyj podhod k formirovaniju professional'no-jekologicheskoj kul'tury budushhego specialista // Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo gumanitarnogo universiteta im. M.A. Sholohova. — 2012. — № 1. — T. 1. — S. 58—67.

[6] *Il'jasova I.S.* Pedagogicheskie uslovija formirovanija jekologicheskoj kul'tury studentov v uchrezhdenijah srednego professional'nogo obrazovanija: diss.... kand. ped. nauk. — Omsk, 2010.

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

[8] *Kornilov V.S.* Gumanitarnaja komponenta prikladnogo matematicheskogo obrazovanija // Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Serija «Informatika i informatizacija obrazovanija». — 2006. — № 2 (7). — S. 94—100.

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

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

[11] *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.

[12] *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.
[13] *Kornilov V.S.* Psihologicheskie aspekty obuchenija studentov vuzov fraktal'nym mnozhestvam // Vestnik Rossijskogo universiteta druzhby narodov. Serija «Informatizacija obrazovanija». — 2011. — № 4. — S. 79—82
[14] *Kornilov V.S.* Laboratornye zanjatija kak forma organizacii obuchenija studentov fraktal'nym mnozhestvam // Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Serija «Informatika i informatizacija obrazovanija». — 2012. — № 1 (23). — S. 60—63.
[15] *Kushnikova G.I.* Pedagogicheskie tehnologii formirovanija jekologicheskoj kul'tury studentov // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. — 2006. — № 1 — S. 62—62.
[16] *Murav'jova E.V.* Jekologicheskoe obrazovanie studentov tehnicheskogo vuza kak bazovaja sostavljajushhaja strategii preodolenija jekologicheskogo krizisa: Diss. ... d-ra ped. nauk. — Kazan', 2008.
[17] *Rahmatullina E.V., Semchuk N.M.* Principy formirovanija jekologicheskoj kul'tury studentov SSUZ // Uspehi sovremennogo estestvoznanija. — 2005. — № 2 — S. 50—51.
[18] *Romanov V.G.* Obratnye zadachi matematicheskoj fiziki. — M.: Nauka, 1984.
[19] Sovremennye problemy prikladnoj matematiki: Sbornik nauchno-populjarnyh statej. Vypusk 1 / Pod red. A.A. Petrova. — M.: MZ Press, 2005.
[20] *Fajrushina S.M.* Formirovanie jekologicheskoj kul'tury studentov pedagogicheskih vuzov v processe izuchenija estestvennonauchnyh disciplin: Diss. ... kand. ped. nauk. — Kazan', 2007.

# FORMING ECOLOGICAL CULTURE OF STUDENTS IN TEACHING INVERSE PROBLEMS FOR THE DIFFERENTIAL EQUATIONS

**V.S. Kornilov**

Chair of informatics and applied mathematics
Moscow city pedagogical university
*Sheremetyevskaya str., 29, Moscow, Russia, 127521*

In article the attention to formation of ecological culture of students of physical and mathematical specialties of higher education institutions when training in the inverse problems for the differential equations is paid. Examples of educational tasks in the course of which decision students get skills of logical reasonings of ecological character are given.

**Key words:** humanitarization of applied mathematical education, inverse problems for the differential equations, ecological culture, applied mathematics, the student.