



УДК 378+517.9+004

DOI 10.22363/2312-8631-2017-14-1-49-58

РАЗВИТИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ИНТУИЦИИ СТУДЕНТОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ ОБРАТНЫМ ЗАДАЧАМ ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

В.С. Корнилов

Московский городской педагогический университет
Шереметьевская ул., 29, Москва, Россия, 127521

В статье обращается внимание на тот факт, что у студентов высших учебных заведений физико-математических и естественно-научных направлений подготовки при обучении обратным задачам для дифференциальных уравнений развивается математическая интуиция, являющаяся важной компонентой их творческого потенциала.

Математическая интуиция помогает студентам осознать физический смысл исследуемой прикладной задачи, выбрать эффективные методы математической физики для решения обратной задачи для дифференциальных уравнений.

Математическая интуиция развивается у студентов при решении различных нетипичных математических задач, которыми являются обратные задачи для дифференциальных уравнений. Среди таких учебных заданий — построение системы интегральных уравнений обратной задачи для дифференциальных уравнений, доказательство условной корректности решения обратной задачи для дифференциальных уравнений, построение разностного аналога обратной задачи для дифференциального уравнения; нахождение численного решения обратной задачи, доказательство сходимости приближенного решения обратной задачи к точному решению, обоснование идеи доказательства корректности (условной корректности) решения обратной задачи для дифференциальных уравнений, формулировка логических выводов прикладного или гуманитарного характера на основе проведенного исследования обратной задачи и другие учебные задания.

В процессе такого обучения у студентов формируется система фундаментальных знаний в области обратных и некорректных задач, они приобретают новые научные знания в области прикладной и вычислительной математики, развивают математическую интуицию.

Ключевые слова: обучение обратным задачам для дифференциальных уравнений, развитие математической интуиции, прикладная математика, студент

В настоящее время успешно развивается теория обратных задач для дифференциальных уравнений, являющаяся одной из научных областей современной прикладной математики. Большой вклад в ее развитие вносят работы А.В. Баева, П.Н. Вабишевича, А.О. Ватульяна, В.В. Васина, А.М. Денисова, С.И. Кабанихина, М.М. Лаврентьева, Г.И. Марчука, Д.Г. Орловского, А.И. Прилепко, В.Г. Романова, А.Н. Тихонова, В.А. Чеверды, В.Г. Чередниченко, В.А. Юрко, А.Г. Яголы, В.Г. Яхно и других авторов. С использованием методов теории обратных задач для дифференциальных уравнений успешно исследуются разнообразные процессы и явления, в том числе труднодоступные или недоступные для человека объекты и про-

цессы различной природы, выявляются их причинно-следственные связи (см., например, [1—3; 5—7; 12; 20—22]).

В связи с широким применением теории обратных задач для исследования прикладных задач в некоторых российских вузах для студентов физико-математических и естественно-научных направлений подготовки преподаются специальные курсы, посвященные обратным задачам для дифференциальных уравнений. Среди таких вузов — Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Санкт-Петербургский государственный университет, Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, Сибирский федеральный университет, Уральский государственный университет, Ростовский государственный университет и др. В зависимости от профессиональной направленности подготовки студентов формируется содержание таких курсов по выбору.

В процессе обучения студентов высших учебных заведений реализуются идеи развития их творческих способностей. Определенный вклад в развитие математических творческих способностей студентов высших учебных заведений физико-математических и естественно-научных направлений подготовки вносит преподавание обратных и некорректных задач (см., например, [1—4; 8; 10; 13—19]). В процессе такого обучения на семинарских и лабораторных занятиях студенты исследуют различные обратные задачи. От студентов требуется умение применять знания разнообразных методов прикладной и вычислительной математики, которые им преподавались в учебных курсах математического анализа, функционального анализа, векторного анализа, аналитической геометрии, алгебры, интегральных уравнений, обыкновенных дифференциальных уравнений, уравнений математической физики, оптимизационных методов, численных методов и в других учебных курсах.

Учитывая прикладные аспекты и математические особенности обратных и некорректных задач, студенты должны самостоятельно реализовать на практике разнообразные творческие решения и подходы для того, чтобы решить конкретную обратную задачу для дифференциальных уравнений. В процессе исследования обратных задач для дифференциальных уравнений студентам приходится оперировать такими фундаментальными понятиями прикладной математики и вычислительной математики, как условная корректность математической модели, причинно-следственные связи физических процессов и явлений, импульсные источники, иницирующие физические процессы, дискретизация математической модели, сходимости и устойчивость решения разностной обратной задачи и др.

Самостоятельное исследование студентами разнообразных учебных обратных задач для дифференциальных уравнений на основе знаний в области теории и методологии обратных и некорректных задач, реализации не только известных методов прикладной и вычислительной математики, но и собственных подходов и идей способствует их творческому развитию и, в частности, развитию их математической интуиции.

В процессе преподавания теории обратных задач рассматриваются различные учебные обратные задачи, среди которых обратные задачи определения коэффи-

циентов, правых частей линейных и нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений; коэффициентные, граничные и эволюционные обратные задачи для дифференциальных уравнений в частных производных (одномерные и многомерные обратные задачи для гиперболических, параболических, эллиптических, интегро-дифференциальных уравнений и других типов дифференциальных уравнений в частных производных, рассматриваемые в различных функциональных пространствах); рассматриваются приближенные методы решения обратных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных.

В процессе обучения обратным задачам студенты используют разнообразные методы математической физики, с помощью которых могут быть исследованы как обратные задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений, так и обратные задачи для дифференциальных уравнений в частных производных. В результате студенты осознают широту использования методов математической физики в исследованиях прикладных математических задач. Доказывая сложные теоремы существования, единственности и условной устойчивости решения разнообразных обратных задач, они демонстрируют фундаментальные знания как в области теории и методологии обратных задач, так и в области методов математической физики.

В процессе обучения обратным задачам для дифференциальных уравнений обращается внимание на нахождение их приближенных решений. При помощи методов вычислительной математики студенты учатся находить приближенные решения обратных задач как для обыкновенных дифференциальных уравнений, так и для дифференциальных уравнений в частных производных. Студенты приобретают умения и навыки применения сведений из теории разностных схем, разнообразных методов вычислительной математики, осознают широту их использования в исследованиях прикладных математических задач.

Эффективность обучения обратным задачам для дифференциальных уравнений достигается в том числе реализацией междисциплинарных связей, которая обуславливается необходимостью интеграции как естественнонаучных, так и гуманитарных знаний и позволяет сформировать у студентов систему фундаментальных знаний в области обратных задач, осмыслить их научно-познавательный и научно-образовательный потенциал, осмыслить гносеологические процессы в прикладной математике, развить математическую интуицию.

На практических занятиях в качестве учебных заданий студентам можно предложить, например, построить интегральное (интегро-дифференциальное) уравнение для решения прямой задачи; доказать локальную теорему существования и единственности или теорему условной устойчивости решения обратной задачи; изложить идею нахождения приближенного решения обратной задачи; построить разностный аналог обратной задачи для дифференциального уравнения; построить вычислительный алгоритм нахождения приближенного решения обратной задачи и проанализировать его свойства, доказать сходимость приближенного решения обратной задачи к точному решению и другие учебные задания; изложить идею доказательства корректности (условной корректности) решения обратной задачи для дифференциальных уравнений, а также другие учебные задания

или, например, по найденному решению обратной задачи сформулировать логические выводы прикладного или гуманитарного характера (см., например, [8; 9; 11; 12; 23]).

В процессе такого обучения студенты осмысливают корректность решения обратной задачи, анализируют целесообразность реализации математического метода решения обратной задачи, применяют математические знания для нахождения решения обратной задачи, обнаруживают знания в области теории и практики исследования математических моделей, анализируют полученное решение и формулируют логические выводы прикладного и гуманитарного характера. При этом у студентов развивается научное мировоззрение, логическое, алгоритмическое, информационное мышление, творческая активность, самостоятельность и сообразительность. Студенты приобретают умения и навыки применения знаний по многим физико-математическим дисциплинам, проведения анализа полученного решения обратной задачи и формулирования логических выводов прикладного характера. Решая обратные задачи для дифференциальных уравнений, студенты не только осваивают теорию и практику обратных задач, методологию исследования прикладных задач, приобретают новые знания в области прикладной и вычислительной математики, но и развивают математическую интуицию.

Наличие математической интуиции, базирующейся на фундаментальных знаниях в области прикладной и вычислительной математики, теории обратных и некорректных задач, опыте успешного исследования прикладных задач, дает возможность студентам реализовывать рациональные идеи, позволяющие успешно исследовать и находить решения разнообразных обратных задач. Раскроем смысл и содержание некоторых из таких рациональных идей.

Гипотезы при решении обратной задачи для дифференциальных уравнений. При нахождении решения обратных задач для дифференциальных уравнений большую роль могут сыграть предположения о свойствах решения прямой задачи. Например, в постановке обратной задачи (в неоднородной части уравнения, в начальных или граничных условиях) имеются обобщенные функции, которые являются периодическими функциями или четными функциями и т.д. Тогда на основе анализа прикладной задачи может быть выписана структура решения прямой задачи, состоящая из сингулярной и регулярной частей. В дальнейшем, выделив сингулярную часть, формулируют обратную задачу для регулярной части решения, решение которой может быть успешно найдено.

Полезные уточнения при исследовании обратной задачи для дифференциальных уравнений. Математическая модель обратной задачи определяется исследуемым объектом неоднозначно. Данный объект, очевидно, может моделироваться с разной точностью, что дает возможность изменять и соответствующую постановку обратной задачи при дальнейшем исследовании. В математической постановке на основе логического анализа и математической интуиции прикладных аспектов исследуемого процесса могут быть полезные уточнения и допущения, например предположение о четности искомой функции, входящей в дифференциальное уравнение. Это допущение позволит в дальнейшем успешно исследовать обратную задачу.

Разумные аналогии при решении обратной задачи для дифференциальных уравнений. В области обратных задач для дифференциальных уравнений, где утверждения часто имеют не столь однозначный характер, а достаточно высокая степень достоверности равносильна полной, разумная аналогия, подкрепленная другими рациональными соображениями, может служить доказательством. Таким путем часто удается распространять утверждения, справедливые для одномерных обратных задач, на двумерные, трехмерные и многомерные обратные задачи для дифференциальных уравнений. При проведении таких аналогий важно отчетливо представлять себе особенности, отличающие рассматриваемый случай от известных аналогий; эта специфика может быть понятна на основе анализа модельных обратных задач.

Контроль замкнутости полученной системы обратной задачи для дифференциальных уравнений в ходе ее решения. Обратные задачи в большинстве своем являются нелинейными, так как искомые функции или неизвестные параметры присутствуют в самих дифференциальных уравнениях нелинейным образом. В связи с этим для исследования обратной задачи, как правило, строится замкнутая относительно искомым функций система уравнений обратной задачи. В дальнейшем эта система уравнений, чаще всего система интегральных или интегро-дифференциальных уравнений Вольтерра или Фредгольма исследуется методами математической физики.

Анализ физических аспектов исследуемого процесса при численном решении обратной задачи для дифференциальных уравнений. В прикладном исследовании математическая модель обратной задачи представляет собой модель реального объекта. В свою очередь, при численном решении эта обратная задача заменяется разностной обратной задачей. Поэтому детальное исследование точной математической обратной задачи дает сравнительно малую информацию о реальной картине. Здравый смысл и реальное истолкование результатов, разумный контроль позволяет избежать ошибочных последствий, а анализ ошибок окажется чрезвычайно поучительным для накопления интуиции в исследованиях обратных задач для дифференциальных уравнений. Необходимо формулировать корректную постановку обратной задачи для дифференциальных уравнений, отчетливо различать гипотезы и доказательства, размытые и четкие понятия и т.д. Ослабление требований к строгости дедуктивных формулировок, рассуждений и доказательств позволяет в теории обратных задач для дифференциальных уравнений получать результаты, недостижимые средствами чистой математики, и дает возможность добывать полезную информацию о неизвестных свойствах объектов различной природы, опираясь на рациональные рассуждения.

Роль прикидок в решении обратных задач для дифференциальных уравнений. Во многих случаях важные сведения можно извлечь из предварительного прикидочного исследования математических соотношений обратной задачи. Это важная составляющая часть предстоящего исследования включает в себя упрощение исходной математической модели обратной задачи в связи с предполагаемым методом исследования, получение предварительных сведений о самом решении обратной задачи. Прикидка решений может быть в ряде случаев получена с помощью рассмотрения наиболее грубых аппроксимаций уравнений обратной задачи или даже непосредственно из постановки обратной задачи.

Знание, даже грубое, качественных и количественных характеристик искомого решения обратной задачи может помочь при выборе более точного метода, а также дать дополнительное средство контроля. Поэтому такие прикидки могут оказаться полезными не только на начальной стадии, но и на дальнейших стадиях исследования обратной задачи. В ряде случаев исследований обратных задач в обобщенных постановках удается выделить сингулярную часть решения прямой задачи и переформулировать исходную обратную задачу для регулярной части решения прямой задачи, что приводит к существенному упрощению дальнейшего исследования обратной задачи.

Поиск неожиданностей при решении обратной задачи. При нахождении решения обратной задачи, очевидно, должно быть четкое представление о последовательности действий. Вначале необходимо исследовать свойства решения прямой задачи, а в дальнейшем — найти решение обратной задачи, доказать теоремы существования, единственности и устойчивости. Это бесспорно облегчает исследование обратной задачи и помогает организовать поиск ее решения. Но на практике лишь в редких случаях можно с самого начала точно предвидеть, какие из результатов полученного решения обратной задачи окажутся наиболее полезными в прикладном отношении. Некоторые из результатов исследования обратной задачи неожиданно обнаруживаются лишь в процессе, иногда — в конце исследования, схему самого исследования в связи с этим приходится по ходу дела перестраивать. Более того, обычно в начале исследования обратной задачи имеется лишь незначительное представление об исследуемом объекте. Поэтому разностороннее обсуждение промежуточных и окончательных результатов может оказаться полезным, хотя и придает исследованию некоторую аморфность, разумная степень которой определяется на основании математической интуиции, аналогии и опыта.

Таким образом, математическая интуиция помогает студентам осмыслить физический смысл исследуемой прикладной задачи, выбрать удачный математический аппарат, наметить рациональный путь исследования математической модели обратной задачи и в конечном счете успешно найти ее решение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] *Ватульян А.О., Беляк О.А., Сухов Д.Ю., Явруян О.В.* Обратные и некорректные задачи: учеб. пособие. Ростов-на-Дону: Изд-во Южного федерального университета, 2011. 232 с.
- [2] *Денисов А.М.* Введение в теорию обратных задач: учеб. пособие. М.: Изд-во МГУ им. М.В. Ломоносова, 1994. 207 с.
- [3] *Кабанихин С.И.* Обратные и некорректные задачи: учебное пособие. Новосибирск: Сибирское научное издательство, 2009. 458 с.
- [4] *Кабанихин С.И., Бидайбеков Е.Ы., Корнилов В.С., Шолтанбаев Б.Б., Акимжан Н.Ш.* Корректные и некорректные задачи для СЛАУ: анализ и методика преподавания // Сибирские электронные математические известия. URL: <http://semr.math.ncs.ru> ISSN 1813-3304. УДК 519.62. MSC 65M32. 2015. Т. 12. С. 255—263.
- [5] *Корнилов В.С.* Некоторые обратные задачи для волновых уравнений: монография. Новосибирск: СибУПК, 2000. 252 с.
- [6] *Корнилов В.С.* О междисциплинарном характере исследований причинно-следственных обратных задач // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Информатика и информатизация образования. 2004. № 1 (2). С. 80—83.

- [7] *Корнилов В.С.* Некоторые обратные задачи идентификации параметров математических моделей: учеб. пособие. М.: МГПУ, 2005. 359 с.
- [8] *Корнилов В.С.* Обучение обратным задачам для дифференциальных уравнений как фактор гуманитаризации математического образования: монография. М.: МГПУ, 2006. 320 с.
- [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.* Реализация дидактических принципов обучения при использовании образовательных электронных ресурсов в курсе «Обратные задачи для дифференциальных уравнений» // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования*. 2006. № 1 (3). С. 40–44.
- [11] *Корнилов В.С.* Гуманитарные аспекты вузовской системы прикладной математической подготовки // *Наука и школа*. 2007. № 5. С. 23–28.
- [12] *Корнилов В.С.* Гуманитарный анализ математических моделей обратных задач // *Известия Курского государственного технического университета*. Курск: КГТУ, 2008. № 3 (24). С. 60–65.
- [13] *Корнилов В.С.* Формирование фундаментальных знаний будущих учителей информатики и математики по функциональному анализу при обучении обратным задачам математической физики // *Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Информатика и информатизация образования*. 2015. № 3 (33). С. 72–82.
- [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 сборник научных трудов*. Самара: Самарский филиал МГПУ, 2015. Т. VI. С. 251–257.
- [15] *Корнилов В.С.* Базовые понятия информатики в содержании обучения обратным задачам для дифференциальных уравнений // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования*. 2016. № 1. С. 70–84.
- [16] *Корнилов В.С.* Реализация методов вычислительной математики при обучении студентов обратным задачам для дифференциальных уравнений // *Вестник Московского городского педагогического университета. Серия «Информатика и информатизация образования»*. 2016. № 2 (36). С. 91–100.
- [17] *Корнилов В.С.* Формирование фундаментальных знаний студентов в области методов математической физики при обучении обратным задачам для дифференциальных уравнений // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования*. 2016. № 2. С. 83–94.
- [18] *Корнилов В.С.* Реализация научно-образовательного потенциала обучения студентов вузов обратным задачам для дифференциальных уравнений // *Казанский педагогический журнал*. 2016. № 6. С. 55–59.
- [19] *Корнилов В.С.* Развитие творческих способностей студентов при обучении обратным задачам для дифференциальных уравнений // *Альманах мировой науки*. 2016. № 10-2 (13). С. 33–34.
- [20] *Романов В.Г.* Обратные задачи математической физики: монография. М.: Наука, 1984. 264 с.
- [21] *Самарский А.А., Вабишевич П.Н.* Численные методы решения обратных задач математической физики: монография. М.: УРСС, 2004. 478 с.
- [22] *Сизиков В.С.* Обратные прикладные задачи и MatLab: учебное пособие. СПб.: Лань, 2011. 251 с.
- [23] *Bidaibekov E. Y., Kornilov V.S., Saparbekova G.A.* Implementation of Humanitarian Components of Applied Mathematics Teaching for University Students with a Specialization in Science // *Indian Journal of Science and Technology*. August 2016. Vol. 9 (29), DOI: 10.17485/ijst/2016/v9i29/88842

История статьи:

Дата поступления в редакцию: 10 октября 2016

Дата принятия к печати: 28 октября 2016

Для цитирования:

Корнилов В.С. Развитие математической интуиции студентов при обучении обратным задачам для дифференциальных уравнений // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия «Информатизация образования»*. 2017. Т. 14. № 1. С. 49—58.

Сведения об авторе:

Корнилов Виктор Семенович, доктор педагогических наук, кандидат физико-математических наук, профессор, заместитель заведующего кафедрой информатизации образования Московского городского педагогического университета.

Контактная информация: e-mail: vs_kornilov@mail.ru.

DEVELOPMENT OF THE MATHEMATICAL INTUITION OF STUDENTS IN TRAINING THE INVERSE PROBLEMS FOR DIFFERENTIAL EQUATIONS

V.S. Kornilov

Moscow City Pedagogical University
Sheremetjevskaya str., 29, Moscow, Russia, 127521

In article attention to that fact that at students of higher educational institutions of the physical and mathematical and natural-science directions of preparation when training in the reverse tasks for differential equations the mathematical intuition which is an important component of their creative potential develops is paid. The mathematical intuition helps students to comprehend a physical sense of the researched application-oriented task, to select effective methods of mathematical physics for the decision of the reverse task for differential equations.

The mathematical intuition of students develops in many respects in case of the decision of different educational jobs. Among such educational jobs: creation of system of integrable equations of the reverse task for differential equations, the proof of the conditional correctness of the decision of the reverse task for differential equations, creation of the difference analog of the reverse task for a differential equation; finding of the numerical decision of the reverse task, the proof of convergence of approximate solution of the reverse task to the exact decision, reasons for the idea of the proof of a correctness (the conditional correctness) of the decision of the reverse task for differential equations, a statement of logical outputs of application-oriented or humanitarian character on the basis of the conducted research of the reverse task and other educational jobs.

In the course of such training students create system of fundamental knowledge in the field of the reverse and incorrect tasks, acquire new scientific knowledge in the field of applied and calculus mathematics, but, obviously, and develop a mathematical intuition.

Key words: training in the reverse tasks for differential equations, development of a mathematical intuition, applied mathematics, the student

REFERENCES

- [1] Vátulyan A.O., Belyak O.A., Sukhov D.Yu., Yavruyan O.V. *Obratnye i nekorrektnye zadachi* [Inverse and incorrect tasks]: uchebnoe posobie. Rostov-na-Donu: Izd-vo Juzhnogo federal'nogo universiteta, 2011. 232 p.
- [2] Denisov A.M. *Vvedenie v teoriju obratnykh zadach* [Introduction to the theory of the inverse problems]: uchebnoe posobie. M.: Izd-vo MGU im. M.V. Lomonosova, 1994. 207 p.
- [3] Kabanihin S.I. *Obratnye i nekorrektnye zadachi* [Inverse and incorrect tasks]: uchebnyk dlja studentov vuzov. Novosibirsk: Sibirskoe nauchnoe izdatel'stvo, 2009. 458 p.
- [4] Kabanihin S.I., Bidajbekov E.Y., Kornilov V.S., Sholpanbaev B.B., Akimzhan N.Sh. *Korrektnye i nekorrektnye zadachi dlja SLAU: analiz i metodika prepodavanija* [Correct and incorrect tasks for SLAE: analysis and technique of teaching]. *Sibirskie jelektronnyye matematicheskie izvestija* [Siberian electronic mathematical reports] (URL: <http://semr.math.nsc.ru> ISSN 1813-3304. UDK 519.62. MSC 65M32). 2015. No. 12. Pp. 255–263.
- [5] Kornilov V.S. *Nekotorye obratnye zadachi dlja volnovykh uravnenij* [Some inverse problems for the wave equations]: monografija. Novosibirsk: SibUPK, 2000. 252 p.
- [6] Kornilov V.S. O mezhdisciplinarnom haraktere issledovanij prichinno-sledstvennykh obratnykh zadach [About cross-disciplinary character of researches of cause and effect inverse problems] // *Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Serija «Informatika i informatizacija obrazovanija»* [Bulletin of the Moscow city pedagogical university. «Informatics and Informatization of Education» series]. 2004. No. 1 (2). Pp. 80–83.
- [7] Kornilov V.S. *Nekotorye obratnye zadachi identifikacii parametrov matematicheskikh modelej* [Some inverse problems of identification of parameters of mathematical models]: uchebnoe posobie. M.: MGPU, 2005. 359 p.
- [8] Kornilov V.S. *Obuchenie obratnym zadacham dlja differencial'nykh uravnenij kak faktor gumanitarizacii matematicheskogo obrazovanija* [Training in the inverse problems for the differential equations as a factor of humanitarization of mathematical education]: monografija. M.: MGPU, 2006. 320 p.
- [9] Kornilov V.S. *Vuzovskaja podgotovka specialistov po prikladnoj matematike — istorija i sovremennost'* [High school training of specialists on applied mathematics — history and the present]. *Nauka i shkola* [Science and school]. 2006. No. 4. Pp. 10–12.
- [10] Kornilov V.S. *Realizacija didakticheskikh principov obuchenija pri ispol'zovanii obrazovatel'nykh jelektronnykh resursov v kurse «Obratnye zadachi dlja differencial'nykh uravnenij»* [Implementation of the didactic principles of training when using educational electronic resources is aware «The inverse problems for differential equations»]. *Vestnik Rossijskogo universiteta družby narodov. Serija «Informatizacija obrazovanija»* [Bulletin of the Russian university of friendship of the people. Education Informatization series]. 2006. No. 1 (3). Pp. 40–44.
- [11] Kornilov V.S. *Gumanitarnye aspekty vuzovskoj sistemy prikladnoj matematicheskoi podgotovki* [Humanitarian aspects of high school system of applied mathematical preparation]. *Nauka i shkola* [Science and school]. 2007. No. 5. Pp. 23–28.
- [12] Kornilov V.S. *Gumanitarnyj analiz matematicheskikh modelej obratnykh zadach* [Humanitarian analysis of mathematical models of the inverse problems]. *Izvestija Kurskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta* [Proceedings of the Kursk state technical university]. 2008. No. 3 (24). Pp. 60–65.
- [13] Kornilov V.S. *Formirovanie fundamental'nykh znanij budushhih uchitelej informatiki i matematiki po funkcional'nomu analizu pri obuchenii obratnym zadacham matematicheskoi fiziki* [Formation of fundamental knowledge of future teachers of informatics and mathematics of the functional analysis when training in the inverse problems of mathematical physics]. *Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Serija «Informatika i informatizacija obrazovanija»* [Bulletin of the Moscow city pedagogical university. «Informatics and Informatization of Education» series]. 2015. No. 3 (33). Pp. 72–82.
- [14] Kornilov V.S. *Obuchenie studentov obratnym zadacham matematicheskoi fiziki kak faktor formirovanija fundamental'nykh znanij po integral'nym uravnenijam* [Training of students in the inverse problems of mathematical physics as factor of formation of fundamental knowledge of the integrated equations]. *Bjulleten' laboratorii matematicheskogo, estestvennonauchnogo obrazovanija i informatizacii. Recenziruemyj sbornik nauchnykh trudov* [Bulletin of laboratory of

- mathematical, natural-science education and informatization. The reviewed collection of scientific work*]. Samara: Samarskij filial MGPU, 2015. T. VI. Pp. 251—256.
- [15] Kornilov V.S. *Bazovnye ponjatija informatiki v sodержanii obuchenija obratnym zadacham dlja differencial'nyh uravnenij* [Basic concepts of informatics of the content of training in the inverse problems for differential equations]. *Vestnik Rossijskogo universiteta družby narodov. Serija «Informatizacija obrazovanija»* [Bulletin of the Russian university of friendship of the people. Education Informatization series]. 2016. No. 1. Pp. 70—84.
- [16] Kornilov V.S. *Realizacija metodov vychislitel'noj matematiki pri obuchenii studentov obratnym zadacham dlja differencial'nyh uravnenij* [Realization of methods of calculus mathematics when training students in the inverse problems for the differential equations]. *Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogičeskogo universiteta. Serija «Informatika i informatizacija obrazovanija»* [Bulletin of the Moscow city pedagogical university. «Informatics and Informatization of Education» series]. 2016. No. 2 (36). Pp. 91—100.
- [17] Kornilov V.S. *Formirovanie fundamental'nyh znanij studentov v oblasti metodov matematičeskoi fiziki pri obuchenii obratnym zadacham dlja differencial'nyh uravnenij* [Formation of fundamental knowledge of students in the field of methods of mathematical physics when training in the inverse problems for the differential equations]. *Vestnik Rossijskogo universiteta družby narodov. Serija «Informatizacija obrazovanija»* [Bulletin of the Russian university of friendship of the people. Education Informatization series]. 2016. No. 2. Pp. 83—94.
- [18] Kornilov V.S. *Realizacija nauchno-obrazovatel'nogo potenciala obuchenija studentov vuzov obratnym zadacham dlja differencial'nyh uravnenij* [Realization of scientific and educational potential of training of students of higher education institutions in the inverse problems for the differential equations]. *Kazanskij pedagogičeskij žurnal* [Kazan pedagogical journal]. 2016. No. 6. Pp. 55—59.
- [19] Kornilov V.S. *Razvitie tvorčeskikh sposobnostej studentov pri obuchenii obratnym zadacham dlja differencial'nyh uravnenij* [Development of creative abilities of students when training in the inverse problems for the differential equations]. *Al'manah mirovoj nauki* [Almanac of world science]. 2016. No. 10—2 (13). Pp. 33—34.
- [20] Romanov V.G. *Obratnye zadachi matematičeskoi fiziki* [Inverse problems of mathematical physics]: monografija. M.: Nauka, 1984. 264 p.
- [21] Samarskij A.A., Vabishevich P.N. *Chislennye metody reshenija obratnyh zadach matematičeskoi fiziki* [Numerical methods of the solution of the inverse problems of mathematical physics]: monografija. M.: Editorial URSS, 2004. 480 p.
- [22] Sizikov V.S. *Obratnye prikladnye zadachi i MatLab* [Return applied tasks and MatLab]: uchebnoe posobie. SPb.: Lan', 2011. 251 p.
- [23] Bidaibekov E.Y., Kornilov V.S., Saparbekova G.A. Implementation of Humanitarian Components of Applied Mathematics Teaching for University Students with a Specialization in Science // *Indian Journal of Science and Technology*. August 2016. Vol. 9 (29), DOI: 10.17485/ijst/2016/v9i29/88842

Article history:

Received: 10 October 2016

Accepted: 28 November 2016

For citation:

Kornilov V.S. Development of the mathematical intuition of students when training in the inverse problems for the differential equations // *RUDN Journal of Informatization Education*. 2017. 14 (1). 49—58.

Bio Note:

Kornilov Viktor Semenovich, doctor of pedagogical sciences, candidate of physical and mathematical sciences, full professor, deputy head of the department of informatization of education of the Moscow city pedagogical university.

Contact information: e-mail: vs_kornilov@mail.ru.