

МЕТОДЫ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ПРИ ОБУЧЕНИИ ОБРАТНЫМ ЗАДАЧАМ ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

Корнилов Виктор Семёнович (vs_kornilov@mail.ru)

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования города Москвы «Московский городской педагогический университет» (ГБОУ ВПО МГПУ), Москва, Россия

Аннотация

В докладе обсуждаются методические аспекты использования методов информатизации в процессе обучения студентов обратным задачам для дифференциальных уравнений.

Внедрение информационных технологий в науку и образование инициировало рост прикладных исследований во многих гуманитарных, социальных и естественно-научных областях. В немалой степени успешные исследования прикладных задач с использованием компьютерных средств стали возможны благодаря тому, что современные информационные технологии позволяют получать виртуальные трехмерные модели, включают различные компьютерные математические пакеты, реализуют современные вычислительные алгоритмы решения прикладных задач, осуществляют информационную поддержку поиска и выбора алгоритмов и программ численного решения задач, методов и средств контроля точности производимых вычислений и правильности работы применяемых программ. В результате осуществляются мобильные исследования прикладных задач.

Во многом это затрагивает и практику исследования обратных задач для дифференциальных уравнений. Обычно в основе получаемых дифференциальных уравнений при исследовании какого-либо реального процесса или явления лежат физические законы, которые позволяют сформулировать общий вид дифференциальных соотношений. Как правило, в них присутствует некоторое число произвольных функций, определяющих свойства физической среды. Если свойства среды известны, то дифференциальное уравнение в сочетании с краевыми и начальными условиями позволяет предсказать развитие физического явления в пространственно-временной области. Это классическая задача для дифференциальных уравнений. В теории обратных задач подобные задачи называются «прямыми».

При исследовании прикладных задач типична ситуация, когда интересующие характеристики объекта недоступны или труднодоступны для непосредственного наблюдения (например, глубинные свойства Земли и Мирового океана, астрофизические явления, проблема неразрушающего контроля качества изделий и конструкций, выявление дефектов внутри работающего объекта, медицинские исследования, направленные на выявление патологий внутренних органов человека, и многие другие исследования). Проведение самого эксперимента может быть невозможно, потому что

он либо запрещен, либо слишком опасен, либо исследуемый объект существует в единственном экземпляре. Наконец, эксперимент может быть связан с очень большими финансовыми затратами. В этом случае собирается некоторая косвенная информация об исследуемом объекте. Эта информация определяется природой исследуемого объекта и используемым при этом экспериментальным комплексом. Так как основные законы природы выражаются, как правило, на языке дифференциальных уравнений, то исходная задача сводится к задаче определения коэффициентов дифференциальных уравнений (обыкновенных или в частных производных), правой части, начальных условий по некоторым известным функционалам их решения. Такие задачи, в отличие от обычных задач для дифференциальных уравнений, когда уравнение задано, а требуется отыскать его решение (прямые задачи), получили название обратных задач для дифференциальных уравнений, обратных в причинно-следственном отношении (восстановление неизвестных причин известных следствий). При этом «причины» конкретизируются в виде неизвестных коэффициентов, правой части, начальных условий. В качестве «следствий» выступают функционалы от решения дифференциального уравнения.

Основы теории и практики исследования обратных задач для дифференциальных уравнений заложены и развиты фундаментальными работами А.С. Алексеева, В.А. Амбарцумяна, Г. Борга, И.М. Гельфанда, М.Г. Крейна, М.М. Лаврентьева, Б.М. Левитана, А.И. Прилепко, В.С. Рогожина, В.Г. Романова, А.Н. Тихонова и других ученых. Теория обратных задач для дифференциальных уравнений находит свое развитие в исследованиях А.К. Амирова, Ю.Е. Аниконова, А.В. Баева, А.С. Барашкова, М.И. Белишева, А.С. Благовещенского, А.Л. Бухгейма, П.Н. Вабишевича, А.О. Ватульяна, В.В. Васина, А.В. Гончарского, А.М. Денисова, В.И. Дмитриева, С.И. Кабанихина, В.И. Прийменко, Т.П. Пухначевой, А.М. Федотова, В.А. Чеверды, В.Г. Чередниченко, В.А. Юрко, В.Г. Яхно и других ученых (см., например, [3, 5–7, 9, 10]).

Большой интерес к обратным задачам для дифференциальных уравнений обусловлен большой прикладной важностью и появлением современных информационных и коммуникационных технологий, поставивших обратные задачи в ряд актуальных проблем современной прикладной математики. Неслучайно во многих высших учебных заведениях преподаются специальные курсы по обратным задачам для дифференциальных уравнений. Среди них Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, Уральский государственный университет, Ростовский государственный университет, Санкт-Петербургский государственный университет, Сибирский федеральный университет и другие вузы.

В обучении обратным задачам с их высоким математическим уровнем, сложным понятийным аппаратом, математическими методами исследования и трудоемкостью исследований реализация такой формы

обучения, как лабораторные работы с использованием современных компьютерных технологий, методически оправдана. Подобные лабораторные занятия по обратным задачам интегрируют теоретико-методологические знания, практические умения и навыки студентов в едином процессе деятельности учебно-исследовательского характера.

Планирование лабораторных работ в процессе обучения обратным задачам для дифференциальных уравнений осуществляется с помощью методических рекомендаций, включающих тему лабораторной работы с формулировкой обратной задачи; цель лабораторной работы, конкретизирующую исследование обратной задачи с использованием компьютерных технологий; краткий теоретический материал из ранее изложенного на лекционном занятии и необходимого для решения обратной задачи; перечень компьютерных технологий, с помощью которых необходимо исследовать обратную задачу; методические указания по использованию компьютерных технологий при исследовании обратной задачи; логические выводы по результатам проведенного исследования обратной задачи; контрольные вопросы.

При правильной организации лабораторной работы студенты выступают в роли исследователей обратных задач для дифференциальных уравнений. Содержание лабораторной работы по обратным задачам включает систему умственных и практических действий по овладению математическими методами исследования обратной задачи для дифференциальных уравнений. Для проявления самостоятельности студентам может быть рекомендовано рассмотреть обратную задачу при аналогичных данных и дополнительной информации и применить компьютерные технологии для ее исследования. Организация и проведение лабораторных работ по обратным задачам не исключают общения преподавателя со студентами. При этом лабораторная работа как организационная форма учебной деятельности при обучении обратным задачам для дифференциальных уравнений предполагает усиление роли преподавателя по консультационному и контролирующему сопровождению учебно-исследовательской деятельности студентов, а также увеличение самостоятельной работы студентов с учебной и научной литературой по обратным задачам.

Литература

1. Волгин Н.А., Одегов Ю.Г., Ракитский Б.В., Хорзов С.Е. и др. Организация, формы и методы проведения учебных занятий и самостоятельной работы: требования, условия, механизмы: Учебно-методическое пособие. – М.: Изд-во Рос. экон. акад., 2004. – 88 с.
2. Голоскоков Д.П. Уравнения математической физики. Решение задач в системе Maple: учебник для вузов. – СПб: Питер, 2004. – 539 с.
3. Денисов А.М. Введение в теорию обратных задач: учеб. пособие. – М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 1994. – 207 с.
4. Игнатьев Ю.Г. Проблемы информационных технологий в математическом образовании: учебное пособие. – Казань: ТГГПУ, 2005. – 118 с.

5. Кабанихин С.И. Обратные и некорректные задачи: учебник. – Новосибирск: Сибирское научное издательство, 2008. – 460 с.
6. Корнилов В.С. Некоторые обратные задачи идентификации параметров математических моделей: учебное пособие. – М.: МГПУ, 2005. – 359 с.
7. Корнилов В.С. Обучение обратным задачам для дифференциальных уравнений как фактор гуманитаризации математического образования: монография. – М.: МГПУ, 2006. – 320 с.
8. Корнилов В.С. Методические аспекты обучения студентов вузов обратным задачам для дифференциальных уравнений // Бюллетень лаборатории математического, естественнонаучного образования и информатизации. Рецензируемый сборник научных трудов. – Воронеж: Научная книга, 2012. – Том. I. – С. 44–51.
9. Романов В.Г. Обратные задачи математической физики. – М.: Наука, 1984. – 264 с.
10. Романов В.Г. Устойчивость в обратных задачах. – М.: Научный мир, 2005. – 295 с.