



ИННОВАЦИОННЫЕ ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ

УДК 378+517.9

В.С. Корнилов

Философская составляющая научно-образовательного потенциала обучения обратным задачам математической физики

В статье уделяется внимание тому, что в процессе обучения обратным задачам математической физики до понимания студентов доводятся сведения о том, что подобные обратные задачи с философской точки зрения являются задачами вычисления по известным следствиям неизвестных причин, и исследования таких прикладных задач обладают существенным научно-познавательным потенциалом. В процессе обучения обратным задачам математической физики уделяется внимание философским аспектам феномена новой информации и выявляемых причинно-следственных связей, полученных в результате решения обратной задачи.

Ключевые слова: обучение обратным задачам математической физики; научно-образовательный потенциал обучения; прикладная математика; информация; философский смысл причинно-следственных связей; студент.

Современные научные методы и подходы к изучению окружающего мира разнообразны и многогранны. Исследователь на основе своих профессиональных знаний и опыта, целей и задач применяет для познания процессов и явлений, их причинно-следственных связей научные методы мировой науки, широко используя при этом междисциплинарные научные знания. Философ изучает окружающий мир при помощи философских категорий, физик — при помощи физических экспериментов, химик — при помощи химических опытов. Математик же исследует происходящие в мире процессы и явления посредством математического моделирования, в основе которого во многих случаях используются уравнения математической физики.

Математическое моделирование как научный метод исследования окружающего мира в современной мировой науке занимает одно из центральных мест. Это обстоятельство объясняется тем, что математические модели обладают

важными с научной точки зрения свойствами, в том числе научно-познавательным потенциалом и универсальностью. А наличие современных компьютерных технологий позволяет мобильно исследовать и визуализировать решения самых разнообразных математических моделей. Неслучайно математическое моделирование входит в содержание многих учебных дисциплин физико-математического и естественнонаучного направлений подготовки студентов вузов. На сегодняшний день российскими издательствами опубликованы различные учебные пособия, адресованные студентам, в которых излагаются научные подходы и методы математического моделирования, позволяющие успешно исследовать прикладные задачи (см., например, [2; 3; 23]).

Математическое моделирование широко используется в теории обратных и некорректных задач, и в частности в теории обратных задач математической физики. Научные подходы и математические методы обратных задач математической физики как научное направление современной прикладной математики широко применяются в прикладных исследованиях (см., например, [5; 14; 19; 20; 22]). Стремительное развитие в 40–50-х годах прошлого века теории и численных методов решения обратных и некорректных задач обусловлено во многом предложенным в 1943 г. А.Н. Тихоновым физически оправданным понятием корректности математической задачи [24] и сформулированным в 1956 г. М.М. Лаврентьевым определением условной корректности математической задачи, предполагающим использование дополнительной информации о свойствах решения этой математической задачи [17].

Большая потребность применения теории обратных задач математической физики в прикладных исследованиях объясняется возможностью эффективно исследования труднодоступных или недоступных человеку объектов и процессов различной природы, определения их местоположения, формы, структуры включений и т. д., выявления их причинно-следственных связей. Все это стало возможным благодаря использованию современных информационных и телекоммуникационных технологий. По мнению В.Г. Романова, высказанному им в 70-х годах прошлого века, теория обратных задач является теорией информационной и предполагает информационно-математическую обработку информации о решении исследуемой прикладной задачи. Этими обстоятельствами объясняется широкое внедрение в учебный вузовский процесс обучения студентов физико-математических направлений подготовки преподавания обратных задач математической физики (см., например, [5; 7–16; 19; 20; 22]).

При обучении обратным задачам математической физики студентам поясняется, что философский смысл обратных задач математической физики заключается в том, что вычисляются неизвестные причины по известным следствиям. В качестве неизвестных причин могут выступать коэффициенты или неоднородные слагаемые уравнений математической физики; начальные или граничные условия, рассматриваемые совместно с этими уравнениями математической физики. В качестве следствий могут выступать различные функционалы от решения математической модели обратной задачи. В процессе

обучения обратным задачам математической физики студенты приобретают умения и навыки исследования разнообразных обратных задач, в результате чего они получают новую информацию об исследуемых процессах и явлениях, прикладной, гуманитарный и философский анализ которой позволяет им приобрести новые научные знания об окружающем мире. Приведем примеры.

Рассматривая на учебных занятиях обратные задачи для системы уравнений Максвелла, до понимания студентов преподавателями доводятся сведения о том, что причинами в таких задачах выступают, в частности, коэффициенты диэлектрической и магнитной проницаемости, электропроводимости земной среды, а следствия представляют собой дополнительную информацию о решении соответствующих прямых задач. Обладая такими знаниями, исследуя обратные задачи математическими методами, студенты формируют научные знания о неоднородной структуре земной среды, ее глубинных свойствах. Такие научные знания широко используются в сейсмологии, геоэлектрике, гравиметрии, электродинамике и других научных областях; при поиске полезных ископаемых, в промышленности.

При обучении решению обратных задач излучения звука в подводной акустике, например линейных и нелинейных обратных задач для уравнения Гельмгольца, студентам поясняется, что причинами могут являться, в частности, неизвестная плотность объемных источников, неизвестные переменные коэффициенты дифференциального уравнения и другие параметры, а в качестве следствий может быть, например, информация об излучаемом акустическом поле. Подобные сведения позволяют студентам при исследованиях таких обратных задач сформировать научные знания о глубинных свойствах Мирового океана, которые могут использоваться в исследованиях дна Мирового океана, изучении морских природных катастроф, гидрогеологическом моделировании и других научных исследованиях.

Широко известно, что важнейшими проблемами современной прикладной математики являются анализ математических моделей, распределение идей оптимальности, повышение роли общих математических структур, распространение идей оптимальности, алгоритмизация, гуманитаризация и другие проблемы (см., например, [3; 6; 18]), в связи с чем при реализации междисциплинарных научных связей в процессе обучения обратным задачам математической физики целесообразно интегрировать естественнонаучные, гуманитарные, философские знания, которые помогут студентам сформировать свое научное мировоззрение, осмыслить научно-познавательный и гуманитарный потенциал обратных задач, осознать гносеологические процессы в прикладной математике, выявить базовые понятия ряда фундаментальных научных дисциплин, в том числе информатики, которая играет большую роль в методологии обратных задач. К таким базовым понятиям информатики относятся: информация, моделирование, формализация, алгоритмизация, вычислительный эксперимент, синтаксис, семантика, компьютерная графика, информационные технологии и др.

Реализация междисциплинарных научных связей при обучении обратным задачам математической физики позволяет студентам сформировать глубокие теоретические знания по обратным задачам математической физики, приобрести умения и навыки использования математических методов для исследования прикладных задач. Все это позволяет студентам осуществлять прикладной и гуманитарный анализ решений обратных задач математической физики, развить научное мировоззрение и математические творческие способности, пополнить свои научные знания по прикладной и вычислительной математике, а также в области таких фундаментальных понятий философии, как причина и следствие.

В процессе обучения обратным задачам математической физики должно уделяться внимание также философским аспектам феномена информации. Изучению этого феномена информации посвящены работы Р.Ф. Абдеева, Аристотеля, Б.В. Бирюкова, Е.А. Болотовой, Н. Винера, Г.В.Ф. Гегеля, В.М. Глушкова, В.Б. Гухмана, И. Канта, А.Н. Колмогорова, В.В. Налимова, Г. Райла, Г.И. Рузавина, А.Е. Седова, Г. Хакена, Р. Хартли, Д.С. Чернавского, К. Шеннона и других авторов (см., например, [1; 4; 21; 25; 26]).

Осознавая философские аспекты выявленных при решении обратных задач причинно-следственных связей и феномена полученной новой информации, студенты понимают, что теория обратных задач математической физики имеет отношение к таким методам человеческого познания, как теория, эксперимент и философия. Философское осмысление причинно-следственных связей и понятия информации помогает студентам освоить методологические возможности в постижении окружающей действительности, понять, что приобретенная в результате решения обратной задачи информация связана в том числе и с фундаментальными философскими вопросами естествознания.

Анализ прикладных, гуманитарных и философских аспектов полученных результатов решения обратной задачи математической физики позволяет студентам сделать соответствующие логические выводы об изучаемом процессе, осмыслить научную и гуманитарную ценность полученной новой информации.

Литература

1. Абдеев Р.Ф. Философия информационной цивилизации. М.: Владос, 1994. 58 с.
2. Ашихмин В.Н. Введение в математическое моделирование: учеб. пособие. М.: Логос, 2015. 440 с.
3. Блехман И.М., Мышкис А.Д., Пановко Я.Г. Прикладная математика: Предмет, логика, особенности подходов. М.: КомКнига, 2005. 376 с.
4. Болотова Е.А. Информация как философская категория: онтологические и гносеологические аспекты: дис. ... канд. филос. наук. Краснодар, 2005. 127 с.
5. Бухгейм А.Л. Введение в теорию обратных задач. Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1988. 181 с.
6. Грекова И. Методологические особенности прикладной математики на современном этапе ее развития // Вопросы философии. 1976. № 6. С. 104–114.
7. 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.

8. *Корнилов В.С.* Психологические аспекты обучения обратным задачам для дифференциальных уравнений // Наука и школа. 2008. № 3. С. 45–46.

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

10. *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. Т. VI. Самара: Самарский филиал МГПУ, 2015. С. 251–257.

11. *Корнилов В.С.* Обучение студентов обратным задачам для дифференциальных уравнений как фактор формирования компетентности в области прикладной математики // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия «Информатизация образования». 2015. № 1. С. 63–72.

12. *Корнилов В.С.* Реализация научно-образовательного потенциала обучения студентов вузов обратным задачам для дифференциальных уравнений // Казанский педагогический журнал. 2016. № 6. С. 55–59.

13. *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.

14. *Корнилов В.С.* Теория и методика обучения обратным задачам для дифференциальных уравнений: монография. М.: ОнтоПринт, 2017. 500 с.

15. *Корнилов В.С.* Формирование фундаментальных знаний по математическому моделированию при обучении обратным задачам для дифференциальных уравнений // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия «Информатика и информатизация образования». 2017. № 1 (39). С. 92–99.

16. *Корнилов В.С.* Обучение обратным задачам для дифференциальных уравнений как фактор развития научно-познавательного потенциала студентов // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия «Информатика и информатизация образования». 2017. № 3 (41). С. 26–32.

17. *Лаврентьев М.М.* О задаче Коши для уравнения Лапласа // Известия АН СССР. 1956. Т. 20. № 6. С. 819–842.

18. *Малинецкий Г.Г.* Риск, прогноз, хаос и прикладная математика // Современные проблемы прикладной математики: сб. науч. ст. Вып. 1. М.: МЗ Пресс, 2005. С. 141–196.

19. *Прилепко А.И.* Избранные вопросы в обратных задачах математической физики // Условно-корректные задачи математической физики и анализа. Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1992. С. 151–162.

20. *Романов В.Г.* Обратные задачи математической физики. М.: Наука, 1984. 264 с.

21. *Рузавин Г.И.* Методология научного познания: учебное пособие для вузов. М.: Юнита-Дана, 2012. 287 с.

22. *Самарский А.А., Вабишевич П.Н.* Численные методы решения обратных задач математической физики. М.: Едиториал УРСС, 2004. 478 с.

23. *Тарасевич Ю.Ю.* Математическое и компьютерное моделирование. Вводный курс: учеб. пособие. М.: Едиториал УРСС, 2004. 149 с.

24. *Тихонов А.Н.* Об устойчивости обратных задач // Доклады АН СССР. 1943. Т.39. № 5. С. 195–198.
25. *Хакен Г.* Информация и самоорганизация: макроскопический подход к сложным системам. М.: URSS, 2014. 317 с.
26. *Чернавский Д.С.* Синергетика и информация. Динамическая теория хаоса. М.: Наука, 2001. 105 с.

Literatura

1. *Abdeev R.F.* Filosofiya informacionnoj civilizacii. М.: Vlados, 1994. 58 s.
2. *Ashixmin V.N.* Vvedenie v matematicheskoe modelirovanie: ucheb. posobie. М.: Logos, 2015. 440 s.
3. *Blexman I.M., My'shkis A.D., Panovko Ya.G.* Prikladnaya matematika: Predmet, logika, osobennosti podxodov. М.: KomKniga, 2005. 376 s.
4. *Bolotova E.A.* Informaciya kak filosofskaya kategoriya: ontologicheskie i gnoseologicheskie aspekty': dis. ... kand. filos. nauk. Krasnodar, 2005. 127 s.
5. *Buxgejm A.L.* Vvedenie v teoriyu obratny'x zadach. Novosibirsk: Nauka, Sibirskoe otdelenie, 1988. 181 s.
6. *Grekova I.* Metodologicheskie osobennosti prikladnoj matematiki na sovremenom e'tape ee razvitiya // Voprosy' filosofii. 1976. № 6. S. 104–114.
7. *Kornilov V.S.* O mezhdisciplinarnom xarakterе issledovaniy prichinno-sledstvenny'x obratny'x zadach // Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya «Informatika i informatizaciya obrazovaniya». 2004. № 1 (2). S. 80–83.
8. *Kornilov V.S.* Psixologicheskie aspekty' obucheniya obratny'm zadacham dlya differencial'ny'x uravnenij // Nauka i shkola. 2008. № 3. S. 45–46.
9. *Kornilov V.S.* Obratny'e zadachi v sodержanii obucheniya prikladnoj matematike // Vestnik Rossijskogo universiteta družby' narodov. Seriya «Informatizaciya obrazovaniya». 2014. № 2. S. 109–118.
10. *Kornilov V.S.* Obuchenie studentov obratny'm zadacham matematicheskoy fiziki kak faktor formirovaniya fundamental'ny'x znaniy po integral'ny'm uravneniyam // Byulleten' laboratorii matematicheskogo, estestvennonauchnogo obrazovaniya i informatizacii. Recenziruemy'j sbornik nauchny'x trudov. T. VI. Samara: Samarskij filial MGPU, 2015. S. 251–257.
11. *Kornilov V.S.* Obuchenie studentov obratny'm zadacham dlya differencial'ny'x uravnenij kak faktor formirovaniya kompetentnosti v oblasti prikladnoj matematiki // Vestnik Rossijskogo universiteta družby' narodov. Seriya «Informatizaciya obrazovaniya». 2015. № 1. S. 63–72.
12. *Kornilov V.S.* Realizaciya nauchno-obrazovatel'nogo potentsiala obucheniya studentov vuzov obratny'm zadacham dlya differencial'ny'x uravnenij // Kazanskij pedagogicheskij zhurnal. 2016. № 6. S. 55–59.
13. *Kornilov V.S.* Bazovy'e ponyatiya informatiki v sodержanii obucheniya obratny'm zadacham dlya differencial'ny'x uravnenij // Vestnik Rossijskogo universiteta družby' narodov. Seriya «Informatizaciya obrazovaniya». 2016. № 1. S. 70–84.
14. *Kornilov V.S.* Teoriya i metodika obucheniya obratny'm zadacham dlya differencial'ny'x uravnenij: monografiya. М.: OntoPrint, 2017. 500 s.
15. *Kornilov V.S.* Formirovanie fundamental'ny'x znaniy po matematicheskomu modelirovaniyu pri obuchenii obratny'm zadacham dlya differencial'ny'x uravnenij // Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya «Informatika i informatizaciya obrazovaniya». 2017. № 1 (39). S. 92–99.

16. *Kornilov V.S.* Obuchenie obratny'm zadacham dlya differencial'ny'x uravnenij kak faktor razvitiya nauchno-poznavatel'nogo potentsiala studentov // Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya «Informatika i informatizaciya obrazovaniya». 2017. № 3 (41). S. 26–32.
17. *Lavrent'ev M.M.* O zadache Koshi dlya uravneniya Laplasy // Izvestiya AN SSSR. 1956. T. 20. № 6. S. 819–842.
18. *Malineczkij G.G.* Risk, prognoz, kaos i prikladnaya matematika // Sovremenny'e problemy' prikladnoj matematiki: sb. nauch. st. Vy'p. 1. M.: MZ Press, 2005. S. 141–196.
19. *Prilepko A.I.* Izbranny'e voprosy' v obratny'x zadachax matematicheskoy fiziki // Uslovno-korrektny'e zadachi matematicheskoy fiziki i analiza. Novosibirsk: Nauka, Sibirskoe otделение, 1992. S. 151–162.
20. *Romanov V.G.* Obratny'e zadachi matematicheskoy fiziki. M.: Nauka, 1984. 264 s.
21. *Ruzavin G.I.* Metodologiya nauchnogo poznaniya: uchebnoe posobie dlya vuzov. M.: Yunita-Dana, 2012. 287 s.
22. *Samarskij A.A., Vabishevich P.N.* Chislenny'e metody' resheniya obratny'x zadach matematicheskoy fiziki. M.: Editorial URSS, 2004. 478 s.
23. *Tarasevich Yu.Yu.* Matematicheskoe i komp'yuternoe modelirovanie. Vvodny'j kurs: ucheb. posobie. M.: Editorial URSS, 2004. 149 s.
24. *Tixonov A.N.* Ob ustojchivosti obratny'x zadach // Doklady' AN SSSR. 1943. T. 39. № 5. S. 195–198.
25. *Xaken G.* Informaciya i samoorganizaciya: makroskopicheskij podxod k slozhny'm sistemam. M.: URSS, 2014. 317 s.
26. *Chernavskij D.S.* Sinergetika i informaciya. Dinamicheskaya teoriya xaosa. M.: Nauka, 2001. 105 s.

V.S. Kornilov

Philosophical Component of the Scientific and Educational Potential of Teaching the Reverse Problems of Mathematical Physics

In the article attention is paid to the fact that in the process of teaching the inverse problems of mathematical physics to the understanding of students, they are told that such inverse problems from the philosophical point of view are tasks of calculating unknown causes by known consequences, and studies of such applied problems have significant scientific and cognitive potential. In the process of teaching the inverse problems of mathematical physics, attention is paid to the philosophical aspects of the phenomenon of new information and the revealed cause-and-effect relationships obtained as a result of solving the inverse problem.

Keywords: teaching inverse problems of mathematical physics; scientific and educational potential of education; Applied Mathematics; information; the philosophical meaning of cause-effect relationships; a student.