

Заключение

экспертной комиссии диссертационного совета 6D.КОА-013 при Таджикском национальном университете о диссертационной работе Кодирова Одина Каххоровича на тему: «Математическое моделирование некоторых волновых процессов, описываемых дифференциальными уравнениями в экстремальных режимах» по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

В предлагаемой диссертационной работе предложены и обоснованы вопросы математического моделирования волновых процессов физических явлений, описываемых дифференциальными уравнениями в частных производных. Математические модели, в основе которых лежат дифференциальные уравнения в частных производных, разработаны для исследования физических процессов, прежде всего в гидродинамике, аэромеханике и электродинамике. Рассмотренные уравнения моделируют различные процессы природы: физические, химические, биологические, экологические, экономические и другие. Для численного решения и графической иллюстрации этих процессов проведены компьютерные эксперименты.

Во введении приведено краткое содержание диссертационной работы и обоснованы приложения дифференциальных уравнений в частных производных для волновых процессов в экстремальных режимах. Определены основные понятия, связанные с процессами теплопроводности, диффузии, дисперсии и диссипации популяционных волн, колебания гибкой струны, распространение звука, нелинейные волны гидродинамического происхождения, дисперсия и диссипация энергии распространения волн и распространение гравитационных волн в мелкой воде.

Первая глава состоит из четырех параграфов. Она посвящена моделированию волновых процессов в экстремальных режимах. Изучаются процессы малых продольных и поперечных колебаний струны, массотеплообмена, диффузии, тепловые волны с особенностями и распространение звука в одномерной среде. При изучении приведенных процессов в основном использован метод Фурье.

В первом параграфе изучаются вопросы математического моделирования процессов распространения популяционных волн и малых поперечных и продольных колебаний струны, описываемых дифференциальными уравнениями в частных производных второго порядка с

постоянными коэффициентами. Для рассмотренных уравнений, описывающих названные процессы, получены решения, соответственно, в простом и экспоненциальном классах.

Во втором параграфе рассматривается процесс колебания гибкой струны, который относится к одномерному волновому уравнению. Этот процесс описывает дифференциальное уравнение вида

$$\left(a^{-1}(t) \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} \right)^n = \sum_{j=1}^m \left(a_j^{-1}(x_j) \frac{\partial}{\partial x_j} \left(k_j \frac{\partial u}{\partial x_j} \right) \right)^n,$$

где m, n ($m, n \geq 2$) - натуральные числа, $k_j > 0$ ($j = \overline{1, m}$), $u(t, x)$ - искомая функция, $x = (x_1, x_2, \dots, x_m) \in R^m$, $t \geq t_0 > 0$, $a(t)$ и $a_j(x_j)$ ($j = \overline{1, m}$) - непрерывные функции своих аргументов.

Основным результатом данного параграфа является следующая теорема:

Теорема. Пусть $a(t)$ и $a_j(x_j)$ ($j = \overline{1, m}$) - непрерывные функции своих аргументов и C и C_j ($j = \overline{1, m}$) - являются решением уравнения согласования

$$\sum_{j=1}^m C_j^n = C^n.$$

Тогда решение данного уравнения в соответствии с вспомогательной переопределённой системой уравнений вида

$$\begin{cases} a^{-1}(t) \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = C, \\ a_j^{-1}(x_j) \frac{\partial}{\partial x_j} \left(k_j \frac{\partial u}{\partial x_j} \right) = C_j, \quad (j = \overline{1, m}), \end{cases}$$

представляется в виде

$$u(t; x_1, x_2, \dots, x_m) = u_{01} + u_{02}(t - t_0) + C \int_{t_0}^t \int_{t_0}^{\tau} a(z) dz d\tau + \sum_{j=1}^m \frac{C_j}{k_j} \int_{x_{0j}}^{x_j} \int_{x_{0j}}^{\tau} a_j(z) dz d\tau,$$

причём это решение с начальными условиями

$$u = (t_0; x_{01}, x_{02}, \dots, x_{0m}) = u_{01}, \quad \frac{\partial u}{\partial t} = (t_0; x_{01}, x_{02}, \dots, x_{0m}) = u_{02}.$$

является единственным.

В третьем параграфе представлена модель волн с особенностями. Рассмотрен процесс тепловых волн, описывающихся дифференциальным уравнением в частных производных второго порядка с переменными коэффициентами. Для рассмотренного уравнения получены решения и в простом классе, и в экспоненциальном.

Четвертый параграф посвящен исследованию модели волновых процессов с вырождениями. Рассмотренные уравнения описывают широкий круг колебательных процессов: продольные и крутильные колебания тонкого стержня, электрические колебания в контурах, электромагнитные колебания в однородной среде, акустические волны в трубах, малые волны в жидкости и на воде, и так далее.

Вторая глава состоит из шести параграфов. Главы 1-3 посвящены вопросам теории нелинейных волн, в основном гидродинамического происхождения, которые описываются дифференциальными уравнениями в частных производных третьего порядка. В этой области играют важную роль нелинейные уравнения в частных производных третьего порядка. Они имеют решения солитонного типа. Особое значение солитонам придаёт тот факт, что любое начальное возмущение, экспоненциально спадающее на бесконечности, с течением времени эволюционирует в конечный набор солитонов, разнесенных в пространстве.

В этой главе также рассмотрены дифференциальные уравнения в частных производных более третьего порядка, даже k -того порядка. Так как теоретическая математика представляет одну из наиболее трудно внедряемых наук, следовательно, задача определения описания некоторых дифференциальных уравнений в частных производных более высоких порядков на сегодняшний день приведет к затруднению. Но все-таки они описывают какой-нибудь процесс, имеющий сложный характер изменения. Надо заметить, что такие якобы неактуальные задачи через десять или пятьдесят лет неожиданно могут стать прорывным направлением и принести огромный научный и экономический эффект.

Первый параграф этой главы посвящен исследованию нелинейных волн гидродинамического происхождения, описывающихся дифференциальными уравнениями в частных производных третьего порядка

с постоянными коэффициентами. Для уравнений, описывающих эти процессы, решена задача Коши. Найдены их решения, соответственно, в простом и экспоненциальном классах. Решения рассмотренных уравнений представлены в явном виде и в виде равномерно сходящихся рядов Фурье.

В параграфах 2 и 3 рассмотрены процессы дисперсии и диссипации энергии распространения волн, распространение гравитационных волн в мелкой воде и гравитационные волны с вырождениями. Решения всех рассмотренных уравнений представлены в явном виде.

В параграфах 4, 5 и 6 исследованы модели волновых процессов физических явлений, описываемых нелинейными дифференциальными уравнениями в частных производных более третьего порядка.

Данная диссертационная работа достаточно проработана и соответствует специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», по которой диссертационному совету 6D.KOA-013 разрешено принять работу к повторной защите.

Материалы исследования достаточно полно изложены в 44 работах, 1 из которых опубликована в журнале, входящем в научную базу Scopus, 6 статей в рецензируемых журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Президенте Республики Таджикистан и ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, и 2 в других журналах и изданиях.

Экспертная комиссия на основании рассмотрения диссертационной работы Кодирова Одина Каххоровича на тему *“Математическое моделирование некоторых волновых процессов, описываемых дифференциальными уравнениями в экстремальных режимах”* на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» и профилю Диссертационного совета 6D.KOA-013 при Таджикском национальном университете рекомендует принять к повторной защите.

А также комиссия предлагает:

-оппонирующую организацию – Институт туризма, предпринимательства и сервиса Республики Таджикистан.

-официальных оппонентов:

-Усмонова Нурулло, доктора физико-математических наук, профессора кафедры высшей математики Таджикского государственного финансово-экономического университета.

-Абдукаримова Махмадсалима Файзуллоевича, кандидата физико-математических наук, доцента, заместителя исполнительного директора Филиала Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова в городе Душанбе.

Члены экспертной комиссии:

Доктор технических наук, доцент



Мирзоев С.Х.

Кандидат физико-математических наук, доцент



Садуллоев Р.И.


Кандидат экономических наук, доцент



Бобоева Р.М.

*Заверено подписью Мирзоева С.Х.
Начальник отдела кадров Х.И. Назарова*



ИМЗОН
ПОДПИСЬ
Садуллоев Р.И.
ТАСДИҚ МЕКУНАМ / ЗАВЕРЯЮ
Сардори РК ва КМ ДМТ / Начальник УК и СЧ ТНУ
Тавқиев Э. Ш. 
(ИМЗО-ПОДПИСЬ)



26.08.2020