
МЕХАНИКА

УДК 519.254; 57.087.1

АНАЛИЗ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ НА ПРИМЕРЕ КАРДИОСИГНАЛОВ

© 2014 г. М.О. Богачева, Д.Н. Карпинский

Богачева Марина Олеговна – аспирант, кафедра теории упругости, факультет математики, механики и компьютерных наук, Южный федеральный университет, ул. Мильчакова, 8а, г. Ростов-на-Дону, 344090, e-mail: akimenko-85@mail.ru.

Карпинский Дмитрий Николаевич – доктор физико-математических наук, профессор, кафедра теории упругости, факультет математики, механики и компьютерных наук, Южный федеральный университет, ул. Мильчакова, 8а, г. Ростов-на-Дону, 344090, e-mail: karp@math.sfedu.ru.

С помощью математических методов исследованы кардиосигналы здорового человека, пациента с гипертрофией, блокадой ножки пучка Гиса и инфарктом миокарда. Для сегментирования ряда используется итерационный алгоритм идентификации кардиографических комплексов. На основании полученных сегментов проводится временной анализ, частотный анализ, детренд-анализ флуктуаций. Представлено сравнение результатов статистического анализа исследуемых кардиосигналов.

Ключевые слова: нестационарный временной ряд, сегментирование, кардиографический комплекс, кардиоинтервалограмма, детренд-анализ флуктуаций, график Пуанкаре.

Литература

1. Bowers E.J., Murray A., Landley P. Respiratory rate derived from principal component analysis of single lead electrocardiogram // Computers in Cardiology. 2008. Vol. 35. P. 437–440.
2. Reyes-Ramirez I., Guzman-Vargas L. Scaling properties of excursions in heartbeat dynamics // European J. of Physics. 2010. Vol. 89. P. 431–437.
3. Калюжный Н.А., Сливинский А.П., Кубов В.И. Алгоритм обработки электрокардиограмм для микроконтроллерных устройств с ограниченной емкостью памяти // Наукові праці. 2007. Вып. 72, т. 85. С. 84–92.
4. Berkowitsch A., Bauer A., Schneider R. Slope of autocorrelation function of detrended 24-hour RR-intervals independently predicts mortality in postinfarction patients // Computers in Cardiology. 2004. Vol. 31. P. 733–736.
5. Ghodrati A., Marinello S. Statistical analysis of RR interval irregularities for detection of atrial fibrillation // Computers in Cardiology. 2008. Vol. 35. P. 1057–1060.
6. Goshvarpour A., Goshvarpour A., Rahati S. Analysis of lagged Poincare plots in heart rate signals during meditation // Digital Signal Processing. 2011. Vol. 21. P. 208–214.
7. Perfetto J., Ruiz A., Attellis C. Detrended fluctuation analysis and R-R interval variability: a new linear segmentation algorithm // Computers in Cardiology. 2000. Vol. 33. P. 629–632.
8. Voss A., Pischer C., Schroeder R., Figulla H., Goernig M. Lagged segmented Poincare plot analysis for risk stratification in patients with dilated cardiomyopathy // Medical and Biological Engineering and Computing. 2012. Vol. 50. P. 727–736.
9. Goldberger A., Amaral L. Glass L., Hausdorff J.M., Ivanov P.C., Mark R.G., Mietus J.E., Moody G.B., Peng C.K., Stanley H.E. PhysioBank, PhysioToolkit, and PhysioNet: Components of a new research resource for complex physiologic signals // Circulation Electronic Pages. 2000. Vol. 101. P. 215–220.

УДК 539.3

ВЫПУЧИВАНИЕ ДВУХСЛОЙНОЙ КРУГЛОЙ ПЛИТЫ С ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫМ СЛОЕМ*

© 2014 г. В.В. Еремеев, Л.М. Зубов

Еремеев Вадим Викторович – аспирант, младший научный сотрудник, кафедра теории упругости, факультет математики, механики и компьютерных наук, Южный федеральный университет, ул. Мильчакова, 8а, г. Ростов-на-Дону, 344090, e-mail: er.vadim@gmail.com.

Зубов Леонид Михайлович – доктор физико-математических наук, профессор, кафедра теории упругости, факультет математики, механики и компьютерных наук, Южный федеральный университет, ул. Мильчакова, 8а, г. Ростов-на-Дону, 344090, e-mail: zubovl@yandex.ru.

Рассмотрена задача о потере устойчивости равномерно сжатой двухслойной круглой пластинки из неогукковского материала. Нижний слой подвергнут предварительной однородной деформации и скреплен с верхним слоем по плоскости контакта. Устойчивость составной пластинки при равномерном боковом сжатии изучается на основе нелинейной трехмерной теории упругости. Составлены трехмерные дифференциальные линеаризованные уравнения равновесия для каждого слоя. Методом разделения переменных построены решения этих уравнений. Проведен анализ зависимости критического усилия от начальной деформации и жесткости предварительно напряженного слоя.

Ключевые слова: нелинейная теория упругости, устойчивость, бифуркация равновесия, двухслойная пластина.

Литература

1. Лурье А.И. Нелинейная теория упругости. М., 1990. 512 с.
2. Truesdell C., Noll W. The non-linear field theories of mechanics. Berlin, 2004. 602 p.
3. Трусделл К. Первоначальный курс рациональной механики сплошных сред. М., 1975. 592 с.
4. Зубов Л.М. Выпучивание пластинок из неогукковского материала при аффинной начальной деформации // ПММ. 1970. Т. 34, вып. 4. С. 632–642.

Поступила в редакцию

6 октября 2014 г.

УДК 532.5

ИССЛЕДОВАНИЕ УРАВНЕНИЙ МЕЛКОЙ ВОДЫ НА ПОВЕРХНОСТИ НЕПОДВИЖНОГО ЦИЛИНДРА

© 2014 г. М. Ю. Жуков, А. М. Морад, Е. В. Ширяева

Жуков Михаил Юрьевич – доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой, кафедра вычислительной математики и математической физики, Институт математики, механики и компьютерных наук Южного федерального университета, ул. Мильчакова, 8а, г. Ростов-на-Дону, 344090, e-mail: zhuk@math.sfedu.ru.

Морад Адель Мохамед – ассистент, кафедра математики и компьютерных наук, Менуфия университет, 32511, Египет; аспирант, кафедра вычислительной математики и математической физики, Институт математики, меха-

ники и компьютерных наук Южного федерального университета, ул. Мильчакова, 8а, г. Ростов-на-Дону, 344090, e-mail: dr_adel_morad@yahoo.com.

Ширяева Елена Владимировна – кандидат физико-математических наук, доцент, кафедра вычислительной математики и математической физики, Институт математики, механики и компьютерных наук Южного федерального университета, ул. Мильчакова, 8а, 344090, г. Ростов-на-Дону, e-mail: shir@math.sfedu.ru.

Поведение тонкого слоя несжимаемой идеальной жидкости возможно хорошо моделировать при помощи уравнений мелкой воды. В случае, когда уравнения имеют гиперболический тип, дополнительные упрощающие предположения о параметрах задачи позволяют сконструировать функцию Римана – Грина и построить решение в неявной форме. Указанная функция представима в виде некоторой комбинации полных эллиптических интегралов, что потребовало при анализе решений использования численных методов. В частности, в работе представлены результаты вычислений, описывающие влияние некоторых начальных возмущений поля скорости и поведение свободной поверхности тонкого слоя жидкости.

Ключевые слова: уравнения мелкой воды, функции Римана – Грина, инварианты Римана.

Литература

1. Рождественский Б.Л., Яненко Н.Н. Системы квазилинейных уравнений. М., 1978. 668 с.
2. Senashov S.I., Yakhno A. Conservation laws, hodograph transformation and boundary value problems of plane plasticity // SIGMA. 2012. Vol. 8, № 071. 16 p.
3. Copson E.T. On the Riemann – Green Function // Arch. Ration. Mech. Anal. 1958. Vol. 1. P. 324–348.
4. Ибрагимов Н.Х. Групповой анализ обыкновенных дифференциальных уравнений и принцип инвариантности в математической физике // УМН. 1992. Т. 47(286), вып. 4. С. 83–144.
5. Овсянников Л.В., Макаренко Н.И., Налимов В.И., Овсянников Л.В., Монахов В.Н. Нелинейные проблемы теории поверхностных и внутренних волн. М., 1985. 319 с.
6. Zhukov M. Yu., Morad A.M. Thin Film Motion of an Ideal Fluid on the Rotating Cylinder Surface // arXiv:1303.2327. 2013. Vol. 1. 10 p.
7. Жуков М.Ю., Ширяева Е.В. Метод годографа для решения задачи о движении двухкомпонентной смеси под действием электрического поля // Современные проблемы механики сплошной среды : тр. XVII междунар. конф. Ростов-на-Дону, 14–18 окт. 2014. Ростов н/Д, 2014. С.14–18.

Поступила в редакцию

1 октября 2014 г.

УДК 519.87:66.095.5

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ КИПЯЩЕГО ГРАНУЛИРОВАННОГО СЛОЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАКЕТА OPENFOAM*

© 2014 г. Е.С. Каменецкий, Н.С. Орлова, М.В. Волик, Д.Г. Минасян

Каменецкий Евгений Самойлович – доктор физико-математических наук, доцент, заведующий отделом математического моделирования, Южный математический институт Владикавказского научного центра РАН и Правительства Республики Северная Осетия–Алания, ул. Маркуса, 22, г. Владикавказ, 362027, e-mail: esk@smath.ru.

Орлова Наталья Сергеевна – младший научный сотрудник, Южный математический институт Владикавказского научного центра РАН и Правительства Республики Северная Осетия–Алания, ул. Маркуса, 22, г. Владикавказ, 362027, e-mail: norlova.umi.vnc@gmail.com.

Волик Мария Владимировна – младший научный сотрудник, Южный математический институт Владикавказского научного центра РАН и Правительства Республики Северная Осетия–Алания, ул. Маркуса, 22, г. Владикавказ,

362027, e-mail: volikmv@mail.ru.

Минасян Давид Григорьевич – младший научный сотрудник, Южный математический институт Владикавказского научного центра РАН и Правительства Республики Северная Осетия–Алания, ул. Маркуса, 22, г. Владикавказ, 362027, e-mail: davidmd@yandex.ru.

Исследовался кипящий слой гранулированного материала. Теоретическое исследование процесса кипения (псевдооживления) осуществлялось с использованием свободно распространяемого пакета для решения прикладных задач гидро- и аэромеханики OpenFoam. Представлены результаты численных расчетов распределения объемной доли частиц в кипящем слое в зависимости от скорости подачи газа и размера частиц.

Ключевые слова: кипящий гранулированный слой, двухжидкостная модель, кинетическая теория гранулярных газов, пакет Open Foam, решатель twoPhaseEulerFoam.

Литература

1. Консоль на управляющий узел кластера (2012), «BL2x220 Cluster Console». URL: <https://unihub.ru/resources/bl2x220cc> (дата обращения: 10.06.2014).
2. Gidaspow D. Multiphase flow and fluidization: Continuum and kinetic theory descriptions. Boston, 1994. 211 p.
3. Gymez L.C., Milioli F.E. Gas-solid two-phase flow in the riser of circulating fluidized beds: mathematical modeling and numerical simulation // J. of the Brazilian Society of Mechanical Sciences. 2001. № 23, vol. 2. P. 170–200.
4. Alves J.J.N., Martignoni V.P., Mori M. Fluid dynamic modeling and simulation of circulating fluidized bed reactors: importance of the interface turbulence transfer // J. of the Brazilian Society of Mechanical Sciences. 2001. № 23, vol. 1. P. 91–104.
5. Rusche H. Computational Fluid Dynamics of Dispersed Two-Phase Flows at High Phase Fractions: Thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy of the University of London and Diploma of Imperial College. L., 2002. 343 p.
6. Berend van Wachem. Derivation, Implementation, and Validation of Computer Simulation Models for Gas-Solid Fluidized Beds: Dissertation at Delft University of Technology, Delft, 2000. 222 p.
7. Johnson P.C., Jackson R. Frictional – Collisional Constitutive Relations for Granular Materials with Application to Plane Shearing // J. of Fluid Mechanics. 1987. № 176. P. 67–93.
8. Sinclair J.L., Jackson R. Gas - Particle Flow in a Vertical Pipe with Particle - Particle Interactions // AIChE J. 1989. № 35. P. 1473–1486.

Поступила в редакцию

11 июля 2014 г.

УДК 532.783

О ПРИМЕНЕНИИ МЕТОДА КОНФОРМНЫХ ОТОБРАЖЕНИЙ К РЕШЕНИЮ НЕКОТОРЫХ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ЗАДАЧ

© 2014 г. Х.С. Лайпанов

Лайпанов Хамит Сулейманович – кандидат физико-математических наук, профессор, кафедра физики, Карачаево-Черкесский государственный университет им. У. Д. Алиева, ул. Ленина, 29, г. Карачаевск, КЧР, 369202, e-mail: Lairanov-777@mail.ru.

Рассматривается применение метода конформных отображений к решению конкретных фильтрационных задач. В этой связи разработана дробно-линейная функция применительно к геометрии конкретных задач. Получены потенциалы, описывающие течения в кусочно-однородной среде с кольцевой трещиной переменной ширины и полукольцевой трещиной переменной ширины в кусочно-однородных средах, ограниченных прямолинейным контуром питания или линией сброса.

Ключевые слова: фильтрация, среда, контур, жидкость, трещина, массив, нефтеносный, водоносный, полуплоскость, пласт.

Литература

1. *Лаврентьев М.А.* Конформные отображения с приложениями к некоторым вопросам механики. М., Л., 1946. 160 с.
2. *Коппенфельс В., Штальман Ф.* Практика конформных отображений: пер. с нем. М., 1963. 408 с.
3. *Лайпанов Х.С.* Исследование воздействия трещин (слабопроницаемых завес) на двумерную фильтрацию : дис. ... канд. физ.-мат. наук. Карачаевск, 1977.
4. *Голубева О.В.* К движению особых точек вблизи препятствий // Уч. зап. МОПИ им. Н.К. Крупской. 1970. Т. 227, вып. 9.

Поступила в редакцию

22 сентября 2014 г.