

Южный федеральный университет
Донской государственный технический университет

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
И БИОМЕХАНИКА
В СОВРЕМЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ
X ВСЕРОССИЙСКОЙ ШКОЛЫ-СЕМИНАРА**

25 – 30 мая 2015 года

Ростов-на-Дону
Издательство Южного федерального университета
2015

ББК В2.Я 431

Редакторы: А. О. Ватульян, М. И. Карякин, А. В. Попов

Математическое моделирование и биомеханика в современном университете. Тезисы докладов X Всероссийской школы-семинара, пос. Дивноморское, 25–30 мая 2015 г., Ростов-на-Дону, Издательство Южного федерального университета, 2015, 145 с.

Сборник содержит тезисы докладов, представленные на X Всероссийскую школу-семинар «Математическое моделирование и биомеханика в современном университете».

Основной целью школы-семинара является обсуждение современных направлений и тенденций научных исследований в области математического моделирования деформирования новых материалов и его применений к актуальным задачам механики и биомеханики. Обсуждаются результаты моделирования тел из физически и геометрически нелинейных материалов, проблемы вычислительной механики (методы конечных и граничных элементов), идентификации параметров для материалов со сложными физико-механическими свойствами (пористость, нелинейность, неоднородность, микроструктура, пьезоэффект), задачи моделирования, функционирования и роста различных биологических тканей и систем (костная и мышечная ткани, ткань кровеносных сосудов), задачи гидродинамики кровообращения, моделирование и оптимизация имплантантов.

Важными аспектами работы школы являются изучение вопросов интеграции этих направлений с процессом современного классического естественнонаучного и инженерного образования, анализ влияния междисциплинарных исследований на формирование современного ученого, обсуждение современных методов и технологий преподавания технических и естественнонаучных дисциплин, формирование новых учебных курсов и специализаций в рамках обсуждаемых на школе-семинаре научных направлений, приобщение молодых исследователей к моделированию новых объектов.

Школа-семинар посвящена 100-летию Южного федерального университета и 85-летию Донского государственного технического университета.

X Всероссийская конференция «Математическое моделирование и биомеханика в современном университете» (пос. Дивноморское, 25–30 мая 2015 г.) поддержана Российским фондом фундаментальных исследований, проект № 15-01-20475

© Южный федеральный университет, 2015 г.

Программный комитет школы-семинара

Ватульян А. О., зав. кафедрой теории упругости Южного федерального университета, Ростов-на-Дону — председатель Программного комитета

Бауэр С. М., профессор Санкт-Петербургского государственного университета, Санкт-Петербург

Глушков Е. В., профессор Кубанского государственного университета, Краснодар

Горячева И. Г., академик РАН, зав. лабораторией Института проблем механики РАН, председатель Российского национального комитета по теоретической и прикладной механике, Москва

Гузев М. А., член-корреспондент РАН, директор Института прикладной математики Дальневосточного отделения РАН, Владивосток

Еремеев В. А., зав. лабораторией механики активных материалов Южного научного центра РАН, Ростов-на-Дону

Индейцев Д. А., член-корреспондент РАН, директор Института проблем машиноведения РАН, Санкт-Петербург

Коссович Л. Ю., президент Саратовского государственного университета, Саратов

Любимов Г. А., зав. отделом Института механики Московского государственного университета, председатель научного совета РАН по биомеханике, Москва

Месхи Б. Ч., ректор Донского государственного технического университета, Ростов-на-Дону

Морозов Н. Ф., академик РАН, председатель научного совета РАН по механике деформируемого твёрдого тела, зав. кафедрой теории упругости Санкт-Петербургского государственного университета, Санкт-Петербург

Наседкин А. В., зав. кафедрой математического моделирования ЮФУ, Ростов-на-Дону

Няшин Ю. И., зав. кафедрой теоретической механики Пермского национального исследовательского политехнического университета, главный редактор Российского журнала биомеханики, Пермь

Соловьев А. Н., зав. кафедрой теоретической и прикладной механики Донского государственного технического университета, Ростов-на-Дону

Устинов Ю. А., профессор кафедры теории упругости Южного федерального университета, Ростов-на-Дону

Цатурян А. К., ведущий научный сотрудник Института механики Московского государственного университета, член Международного совета по биомеханике, Москва

Шевцов С. Н., зав. лабораторией машиностроения и высоких технологий Южного научного центра РАН, Ростов-на-Дону

Штейн А. А., ведущий научный сотрудник Института механики Московского государственного университета, Москва

Организационный комитет школы-семинара

Карякин М. И., директор Института математики, механики и компьютерных наук Южного федерального университета (ИММиКН ЮФУ) — председатель Оргкомитета

Колесников А. М., доцент кафедры теории упругости ИММиКН ЮФУ

Надолин К. А., зам. директора ИММиКН ЮФУ

Попов А. В., зав. лабораторией механики твёрдого тела ИММиКН ЮФУ

Цывенкова О. А., зам. директора ИММиКН ЮФУ

Шубчинская Н. Ю., ассистент кафедры теории упругости ИММиКН ЮФУ

A reliable NDT characterisation of mechanical properties of composite materials

Akishin P. Y.¹, Barkanov E. N.¹, Wesolowski M.², Kolosova E. M.³

¹*Riga Technical University*

²*Koszalin University of Technology*

³*Rostov-on-Don, Southern Federal University*

pavels.akisins@rtu.lv

Modern composite materials have promising perspectives for an application in many industrial sectors such as aerospace, automotive and electronics industries. Their technical data could be estimated by using conventional fracture methods or nondestructive technique. In the case of high costs of advanced composites, their experimental testing with conventional fracture methods looks as less effective due to the destructive nature of such experiments. On these reasons different nondestructive techniques have been adapted or developed for a characterisation of advanced composite material properties. There are static approach using three-point-bending test and two dynamic methods, namely, impulse excitation method and inverse technique based on vibration tests.

Tree-point-bending test and impulse excitation method use beam-like specimens for a characterisation of the elastic material properties. Tree-point-bending test allows the determination of Young's modulus of the material in the longitudinal direction of specimen which is calculated in terms of the measured centre deflection, applied load and geometry of a beam with a rectangular cross section. The advantage of method is its nondestructive nature under static load. To keep this approach nondestructive, only the elastic behavior of composite beams is allowed.

Vibration test based on the impulse excitation is adapted for a determination of the elastic properties of small beam samples. This method originally developed for the testing of heavy concrete specimens can be applied for a lightweight structure providing the non-contact vibration excitation and sensing, so that no additional mass will corrupt the resonance frequencies. Beam like specimens used in this method have specific resonances that are determined by the frequency equation. In order to compute the elastic properties, it is necessary to establish dimensions, density and experimental fundamental frequencies in bending and twisting of the beam with free-free boundary conditions. The proposed method appears to be effective approach for the characterisation of mechanical properties of composite materials. Only two beams cutted along principal directions of panels and one vibration test for each beam are required to determine two longitudinal Young's moduli and in-plane shear modulus.

The basic idea of the inverse technique based on vibration tests of plate-like specimens is that simple mathematical models (response surfaces) are determined only by the finite element solutions in the reference points of the plan of experiments. The identification parameters are obtained minimising the error functional, which describes a difference between the measured and numerically calculated parameters of structural responses. It is necessary to note that the developed inverse technique does not require special shape of samples and their time consuming preparation process.

The present techniques have been successfully applied for a characterisation of the orthotropic elastic material properties of laminated composites.