

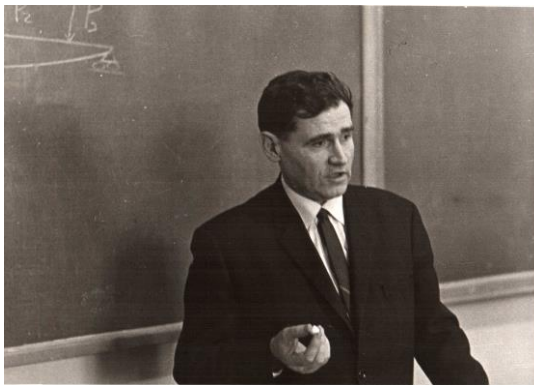
Міністерство освіти і науки України  
Дніпровський національний університет  
імені Олеся Гончара

# АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ МЕХАНІКИ СУЦІЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА І МІЦНОСТІ КОНСТРУКЦІЙ

**Тези доповідей**

Другої міжнародної науково-технічної конференції  
пам'яті академіка

**Володимира Івановича Моссаковського**  
(до сторіччя від дня народження)



27.08.1919-13.07.2006

Дніпро  
10-12 жовтня 2019 р.

Актуальні проблеми механіки суцільного середовища і міцності конструкцій / Тези доповідей Другої міжнародної науково-технічної конференції пам'яті академіка НАН України В. І. Моссаковського (до сторіччя від дня народження). Дніпро: 2019. – 340 с.

Збірник містить стислий виклад доповідей, поданих на Другу міжнародну науково-технічну конференцію пам'яті академіка НАН України В.І. Моссаковського «Актуальні проблеми механіки суцільного середовища і міцності конструкцій», яка проходила 10-12 жовтня 2019 року у м. Дніпро. Матеріали присвячені таким актуальним проблемам механіки: контактні задачі, механіка руйнування та термоміцність деформівних тіл і конструкцій; теоретичні і експериментальні дослідження, оптимізація та комп'ютерні технології в задачах динаміки і міцності конструкцій; математичне та комп'ютерне моделювання в задачах механіки деформівного твердого тіла, аерогідромеханіки, біомеханіки, тепломасообміну і геомеханіки; проблеми технічної механіки та проектування конструкцій ракетно-космічної техніки.

#### Редакційна колегія

**Головний редактор:** чл.-кор. НАН України, д.ф.-м.н., проф. М.В. Поляков.

**Заступники головного редактора:** чл.-кор. НАН України, д.т.н., проф. В.С. Гудрамович; д.ф.-м.н., проф. В.В. Лобода; к.ф.-м.н., проф. О.В. Хамініч.

**Вчений секретар:** к.ф.-м.н., доц. В.Г. Мусяка.

**Члени редколегії:** академік НАН України, д.ф.-м.н., проф. В.Л. Богданов; д.ф.-м.н., проф. Н.Д. Вайсфельд; д.ф.-м.н., проф. Е.Л. Гарт; д.ф.-м.н., проф. О.Р. Гачкевич; д.ф.-м.н., проф. В.Б. Говоруха; д.ф.-м.н., проф. О.Г. Гоман; д.т.н., проф. В.З. Гришак; академік НАН України д.ф.-м.н., проф. В.Т. Грінченко; д.т.н., проф. С.О. Давидов; д.т.н., проф. А.П. Дзюба; д.т.н., проф. М.М. Дронь; чл.-кор. НАН України, д.ф.-м.н., проф. О.М. Кісельова; чл.-кор. НАН України, д.ф.-м.н., проф. Г.С. Кіт; д.т.н., проф. Л.І. Книш; чл.-кор. НАН України, д.т.н., проф. О.П. Круковський; д.ф.-м.н., проф. В.І. Кузьменко; д.т.н., проф. Л.В. Курпа; академік НАН України, д.ф.-м.н., проф. Р.М. Кушнір; д.т.н., проф. А.І. Маневич; д.ф.-м.н., проф. Р.М. Мартиняк; д.ф.-м.н., проф. Ю.В. Міхлін; д.ф.-м.н., проф. В.Г. Попов; д.т.н., проф. В.П. Пошивалов; д.ф.-м.н., проф. М.П. Саврук; к.т.н. В.М. Сіренко; д.т.н., проф. Г.І. Сокол; д.ф.-м.н., проф. П.О. Стеблянко; д.ф.-м.н., проф. Г.Т. Сулим; д.ф.-м.н., проф. Ю.А. Черняков; д.ф.-м.н., проф. А.Є. Шевельова; академік НАН України, д.ф.-м.н., проф. В.П. Шевченко.

Ухвалено до друку Вченою радою Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара 25.06.2019р. (протокол №13)

|   |     |
|---|-----|
| <b>Ковальчук Станіслав, Горик Олексій</b> Аналітичний розв'язок задачі пружного згину багат шарової кругової арки під дією рівномірно розподіленого нормального навантаження                                      | 204 |
| <b>Козакова Наталія</b> Моделювання напружено-деформованого стану земної кори у процесі заповнення водосховища  | 206 |
| <b>Кудін Олексій, Чопоров Сергій</b> До питання дослідження статичної стійкості тришарових оболонок обертання методом продовження розв'язку за параметром   | 208 |
| <b>Курпа Лідія, Лінник Ганна, Любицька Катерина, Морачковська Ірина</b> Варіаційно-структурний метод для дослідження нелінійного згину функціонально-градієнтних пластин складної форми                           | 209 |
| <b>Курпа Лідія, Тимченко Галина, Осетров Андрій, Щербініна Тетяна</b> Застосування теорії R-функцій для дослідження геометрично нелінійних коливань шаруватих пологих оболонок асиметричної будови                | 210 |
| <b>Кушнір Роман, Ясінський Анатолій, Токовий Юрій</b> Визначення термонапруженого стану функціонально-градієнтної порожнистої кулі за неповної інформації про теплове навантаження                                | 211 |
| <b>Лавінський Денис, Морачковський Олег</b> Напружено-деформований стан складених тіл при дії електромагнітного поля  | 212 |
| <b>Липовський Владимир, Макаров Василий</b> Расчетно-экспериментальное исследование влияния структурных 3d имплантатов из полиактида на прочность и жесткость фиксации трехфрагментарного перелома плечевой кости | 214 |
| <b>Манько Наталія, Спиця Оксана, Гоменюк Сергій, Гребенюк Сергій</b> Застосування моментної схеми скінченного елемента у контактних задачах   | 216 |
| <b>Марчук Михайло, Харченко Володимир, Хом'як Микола, Пакош Віра</b> Фізико-механічні характеристики перехресно армованих композитів з урахуванням просторового напружено-деформованого стану                     | 218 |
| <b>Михайлишин Віра</b> Вплив експлуатаційних теплових і механічних умов на перерозподіл залишкових напружень у відпалених виробках та його розрахунок методом скінчених елементів                                 | 219 |
| <b>Мірошніков Віталій</b> Дослідження просторової задачі теорії пружності для шару з циліндричною порожниною на пружній основі  | 221 |
| <b>Науменко Леонид, Маметьев Андрей, Погребной Олег</b> Биомеханическое моделирование костно-мозгового канала трубчатых костей применительно к проблеме эндопротезирования  | 223 |

## **БИОМЕХАНИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОСТНО-МОЗГОВОГО КАНАЛА ТРУБЧАТЫХ КОСТЕЙ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ПРОБЛЕМЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ**

**Леонид Науменко<sup>1</sup>, Андрей Маметьев<sup>1</sup>,  
Олег Погребной<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Днепропетровская медицинская академия МОЗ Украины,  
<sup>2</sup>Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара*

pogrebnoyov@gmail.com

Проблема замены суставов, повреждённых в результате травм или заболеваний, искусственными имплантатами является весьма актуальной [1, 2]. Объектом исследования являются трубчатые кости, а именно те части скелета, в которых устанавливаются элементы крепления имплантов. Учитывая различия анатомических параметров пястных костей и фаланг пальцев человека, нами рассмотрена задача создания математической модели для получения геометрических характеристик кости, позволяющих сформировать индивидуальные элементы крепления имплантов. Таким образом достигается совпадение конфигурации костно-мозгового канала (КМК) и элемента крепления эндопротеза – его ножки.

Рассматриваются два подхода к построению геометрической модели костно-мозгового канала (КМК). Оба подхода основаны на использовании изображений данных (цифровых изображений), получаемых с помощью мультиспиральной компьютерной томографии.

В первом подходе используются продольные сечения изучаемого объекта. Для случая пястных костей используются сагитальные сечения. Граничными точками, положение которых выбирает опытный оператор, отмечается граница между КМК и кортикальной костной тканью. С использованием вычислительных средств системы компьютерной математики находится система полиномов Безье для описания границы – замкнутого, чаще всего выпуклого, контура. При помощи разработанной [3] итерационной процедуры вычисляется уравнение оси КМК. Через заданные промежутки в точках на оси определяются расстояния до границы КМК, на основании которых строятся круговые поперечные сечения КМК. Поперечные сечения объединяются в пространственную геометрическую фигуру, моделирующую форму КМК.

Второй подход основан на использовании изображений поперечных сечений трубчатой кости, полученных через заданное (1-2 мм) расстояние. На каждом поперечном сечении также с помощью граничных точек конкретизируется (визуализируется) граница между КМК и кортикальной

тканью. Выбирается адекватный (с точки зрения соответствия площади фигуры, отмеченной граничными точками и гладкой фигуры, получаемой после аппроксимации) способ описания (аппроксимации) системы граничных точек. Полученная система плоских контуров объединяется в 3D-модель поверхности КМК.

При первом подходе к построению поверхности КМК требуется незначительное время для подготовки исходных данных, для применения итерационной процедуры необходимо 10-20 мин. (в зависимости от сложности формы контура границы и производительности компьютера). Во втором случае значительно больше времени необходимо для подготовки исходных данных, а вычислительные затраты значительно меньше. Целесообразность применения того или иного способа определяется на основании требований практики.

Оба приведенных способа построения 3D-модели поверхности КМК разработаны для проектирования индивидуального элемента крепления эндопротеза [4].

Предложенная математическая модель позволяет получить точные параметры оси и ширины КМК и создаёт условия для индивидуального изготовления имплантов.

1. *Науменко Л.Ю., Маметьев А.А., Погребной О.В.* Моделирование геометрической формы конструкции внутрисуставных фиксирующих элементов имплантов / XVII з'їзд ортопедів-травматологів України, Київ, 5-7 жовтня 2016 г., – С. 225–226.
2. Патент на корисну модель № 134542. Спосіб тривимірного моделювання фрагмента трубчастості кістки / *Маметьев А.А., Науменко Л.Ю., Погрібний О.В., Єрмолаєв Д.С.* Зареєстровано у Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 25.05.2019.
3. *Науменко Л.Ю., Маметьев А.А., Погребной О.В.* Математическое моделирование геометрической оси костномозгового канала длинных костей кисти. // Травма, – 2013. – **14**, – № 5. – С. 74–76.
4. Патент на корисну модель № 134543. Ендопротез п'ястно-фалангового суглоба / *Маметьев А.А., Науменко Л.Ю., Погрібний О.В., Єрмолаєв Д.С.* Зареєстровано у Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 25.05.2019.

#### **BIOMECHANICAL MODELING OF TUBULAR BONE MARROW CHANNEL IN APPLICATION TO THE PROBLEM OF INDIVIDUAL ENDOPROTHESIS DESIGN**

*The problem of replacement of long bone damaged parts has significant actuality today. The bone numerous damages have often a mechanical, traumatic nature. Another origin of damages is the consequences of different deceases. The designing of individual endoprosthesis demands a marrow bone channel study. Two different approaches for working-out of 3D-model of the channel are presented. The initial data for each are the results of multispiral computer tomography. The advantages of both approaches are under discussion.*