



Заседание круглого стола на тему «Искусственный интеллект – современный инструмент подготовки квалифицированных научных работ (диссертаций)»



Применение цифровых двойников при проведении междисциплинарных диссертационных исследований

С.М. Босяков

Декан механико-математического факультета Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук, профессор



Заседание круглого стола на тему «Искусственный интеллект – современный инструмент подготовки квалифицированных научных работ (диссертаций)»



Цифровой двойник:

Цифровой двойник — это динамическая виртуальная копия физического объекта, процесса или системы, которая использует реальные данные для моделирования и анализа; позволяет прогнозировать поведение объекта, оптимизировать работу, выявлять проблемы (**ИИ**).

Цифровой двойник — это цифровая (виртуальная) модель любых объектов, систем, процессов; предназначен для моделирования поведения физического оригинала в тех или иных условиях; позволяет сэкономить время и средства, избежать вреда для людей и окружающей среды. Официально термин «Цифровой двойник» впервые упоминается в отчете NASA о моделировании и симуляции за 2010 год применительно к виртуальной копии космического корабля. Разрабатываются как графическая 3D-модель; модель на базе интернета вещей; интегрированные математические модели, в частности САЕ-системы для инженерного анализа, расчетов и симуляций (**РБК**).

Цифровой двойник — это виртуальный прототип существующего в реальности объекта или процесса (**ОИПИ НАН Беларуси**).

Цифровой двойник некоторого объекта определяется как цифровая (виртуальная, компьютерная) динамическая модель данного объекта. При этом, под термином объект понимается любой процесс, явление, система, физический, технологический или производственный объект. В соответствии с основными целями и задачами, цифровой двойник необходим для имитационного моделирования и компьютерной симуляции состояния и поведения физического оригинала при различных условиях воздействия на него.

Параметризация модели

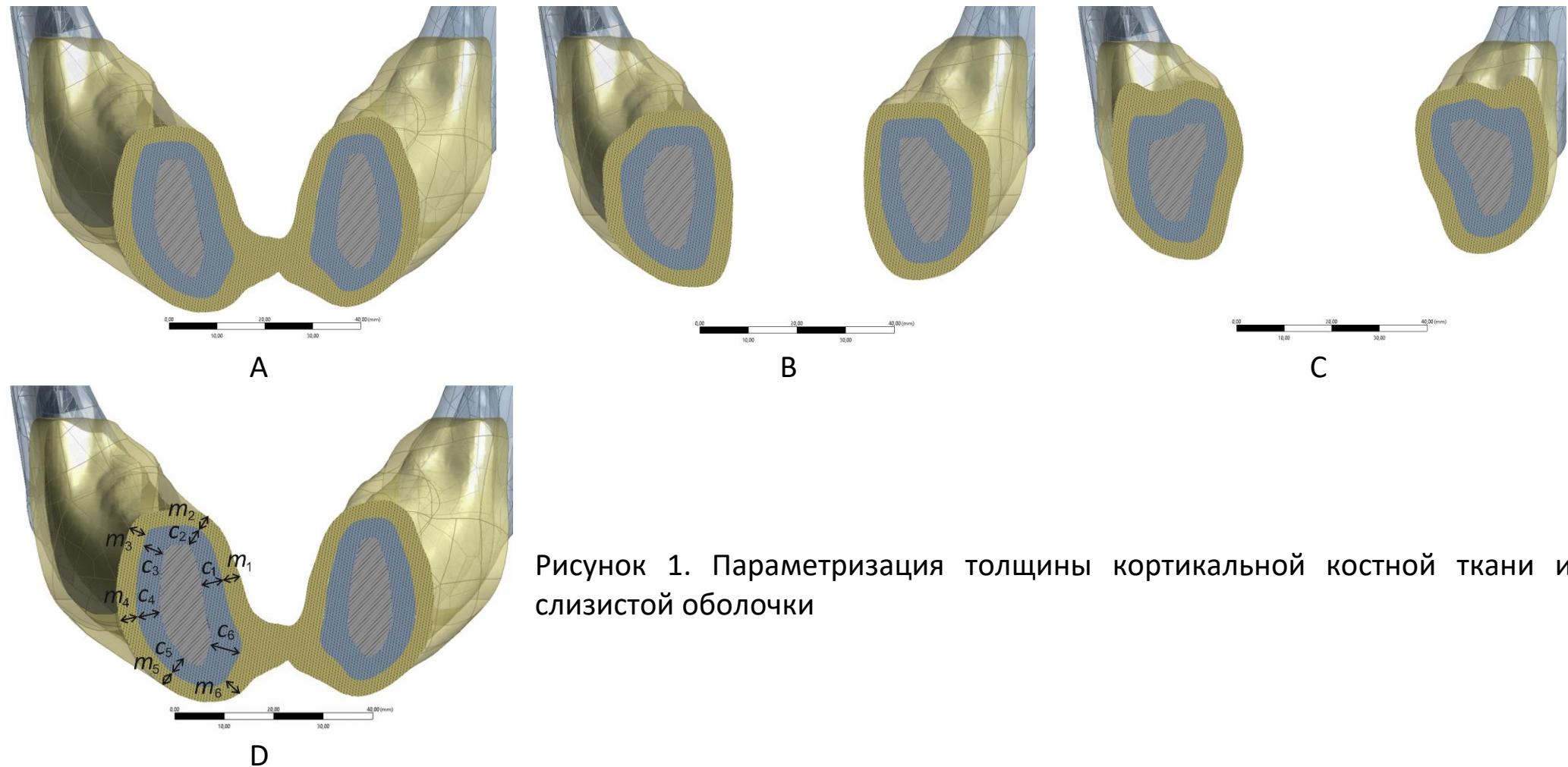
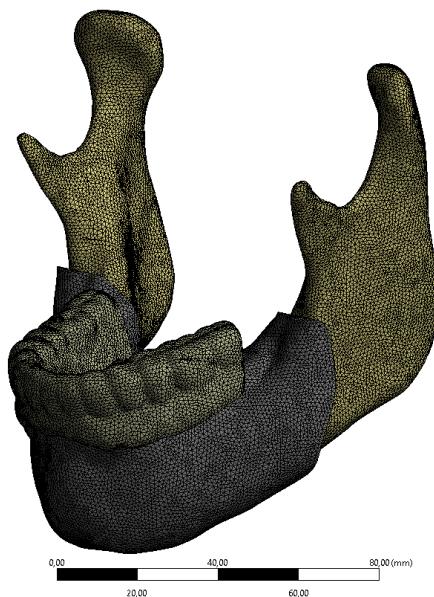
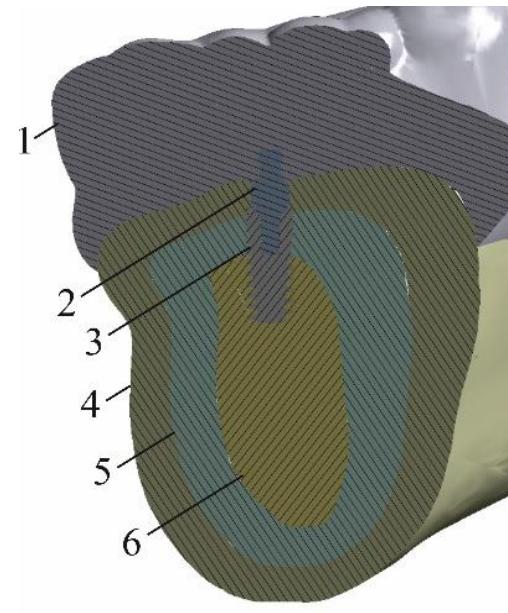


Рисунок 1. Параметризация толщины кортикальной костной ткани и слизистой оболочки

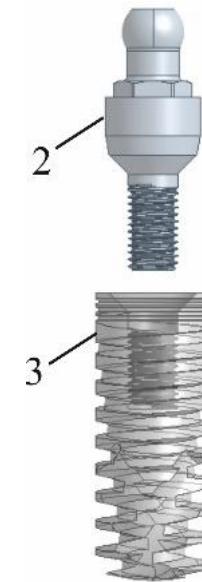
Установка имплантата и протеза



(i)



(ii)



(iii)

Рисунок 2. Конечно-элементная модель биомеханической системы «нижняя челюсть – полный протез»
(i), поперечное сечение модели верхней челюсти в области установки одного из имплантатов (ii)
и компоненты модели зубного имплантата (iii): 1 – зубной протез, 2 – абатмент, 3 – имплантат,
4 – слизистая оболочка, 5 – кортикальная костная ткань, 6 – губчатая костная ткань

Границные условия

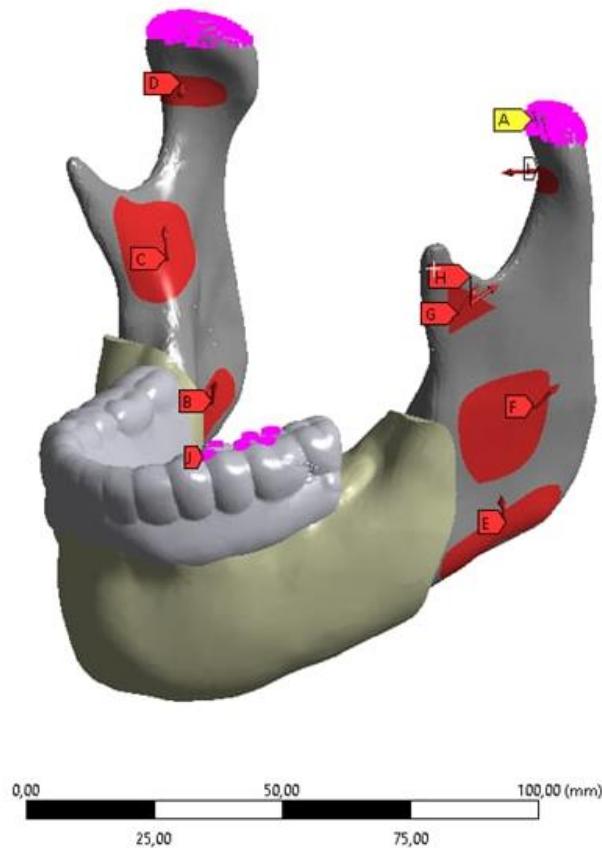
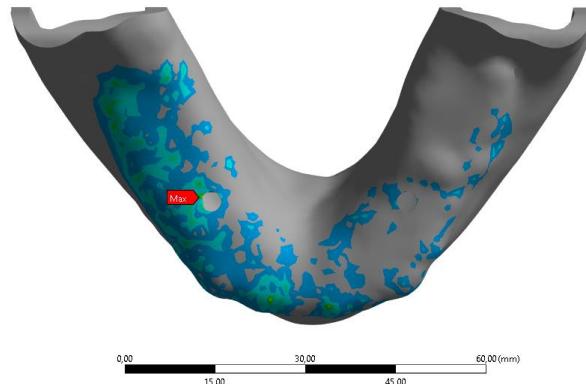


Рисунок 3. Границные условия для модели нижней челюсти с прикрепленным балочным протезом:
маркер А – зафиксированные узлы на поверхностях нижнечелюстных суставов; **маркер Е** – результирующая сила от действия поверхностной жевательной мышцы, равная 190,38 Н; **маркер F** – результирующая от действия глубокой жевательной мышцы, равная 81,691 Н; **маркер В** – результирующая от действия медиальной крыловидной мышцы, равная 132,96 Н; **маркер С** – результирующая от действия передней височной мышцы, равная 154,88; **маркер G** – результирующая от действия средней височной мышцы, равная 91,767 Н; **маркер Н** – результирующая от действия задней височной мышцы, равная 71,073 Н; **маркеры D и I** – результирующая от действия боковой крыловидной мышцы, равная 34,351 Н; **маркер J** – область окклюзионного контакта жевательных поверхностей второго премоляра и первого моляра

Результаты

C: Copy of Static Structural
Equivalent Stress
Type: Equivalent (von-Mises) Stress
Unit: MPa
Time: 1 s
17.08.2023 6:19

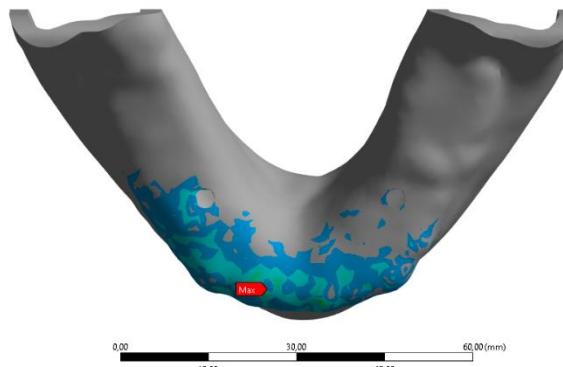
0,17677 Max
0,15713
0,13749
0,11786
0,09822
0,07857
0,05891
0,039316
0,01968
4,4237e-5 Min



1

C: Copy of Static Structural
Equivalent Stress 2
Type: Equivalent (von-Mises) Stress
Unit: MPa
Time: 2 s
17.08.2023 6:19

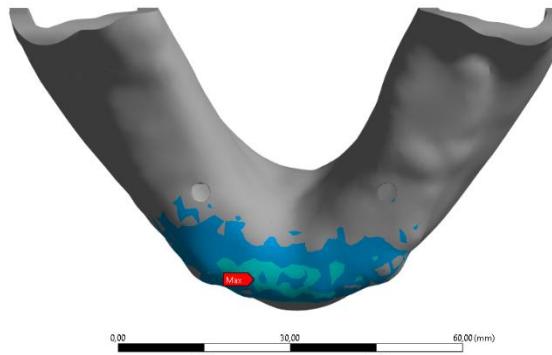
0,3226 Max
0,28676
0,2509
0,21508
0,17924
0,1434
0,10756
0,071721
0,03588
4,005e-5 Min



2

C: Copy of Static Structural
Equivalent Stress 3
Type: Equivalent (von-Mises) Stress
Unit: MPa
Time: 3 s
17.08.2023 6:19

0,93154 Max
0,69301
0,77454
0,62104
0,51754
0,41404
0,31154
0,20705
0,10555
4,5571e-5 Min



3

Рисунок 4. Распределение напряжений в слизистой оболочке



**Заседание круглого стола на тему «Искусственный
интеллект – современный инструмент подготовки
квалифицированных научных работ (диссертаций)»**



Вопросы, связанные с разработкой цифровых двойников для проведения научных исследований

1. Выносить на защиту модель.
2. Выносить на защиту закономерности, полученные на основании модели
3. Проверка достоверности модели