



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



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 CAE-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

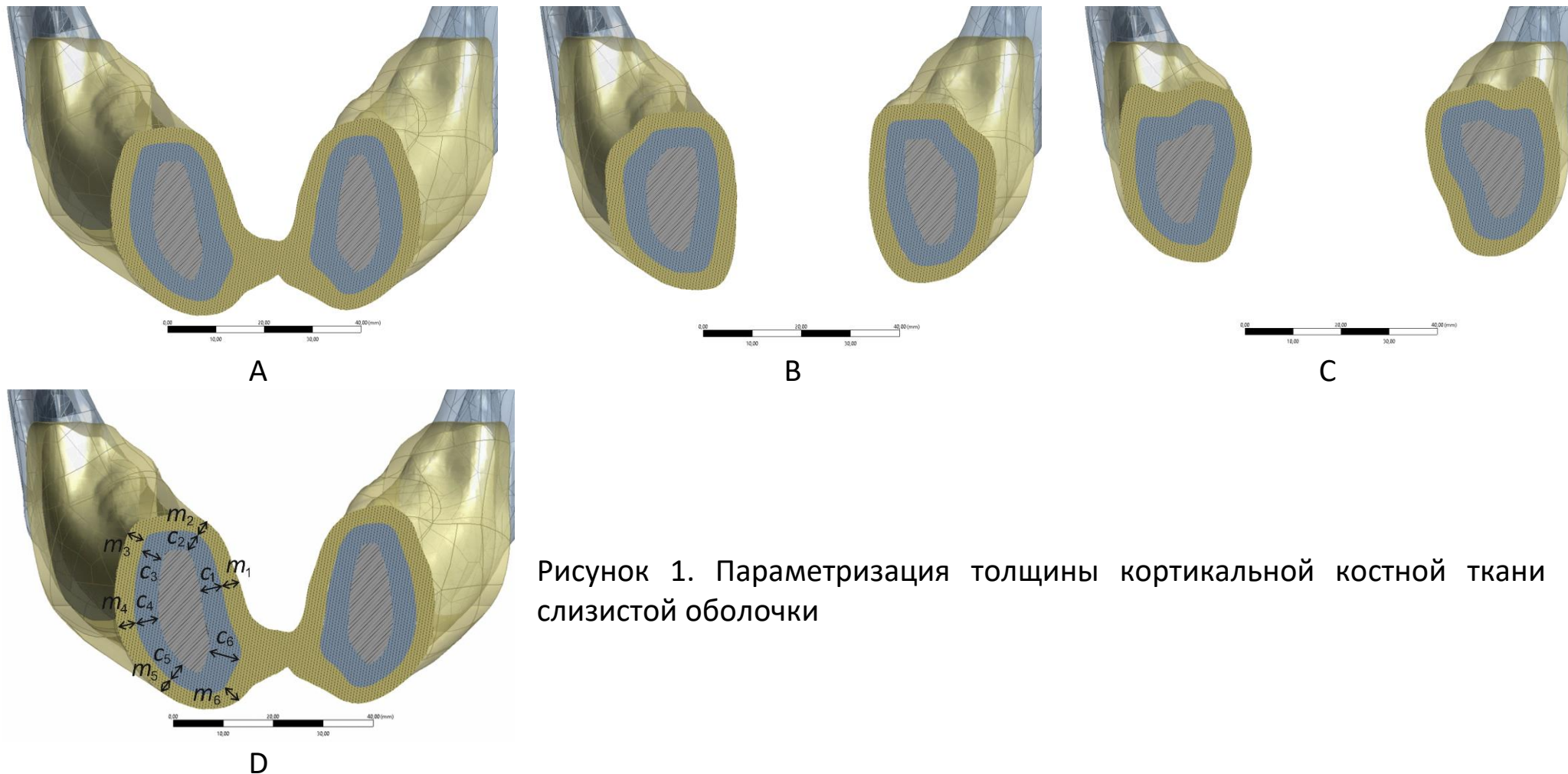
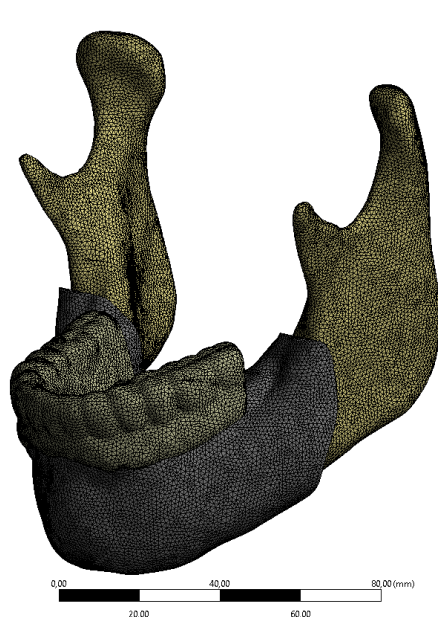
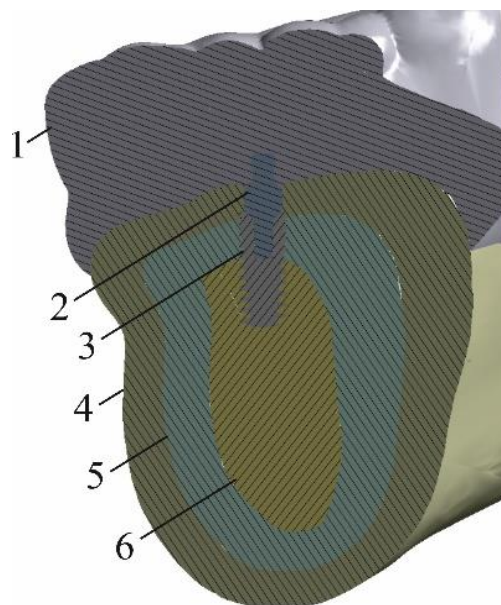


Рисунок 1. Параметризация толщины кортикальной костной ткани и слизистой оболочки

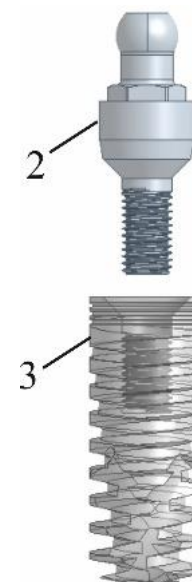
Установка имплантата и протеза



(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

Граничные условия

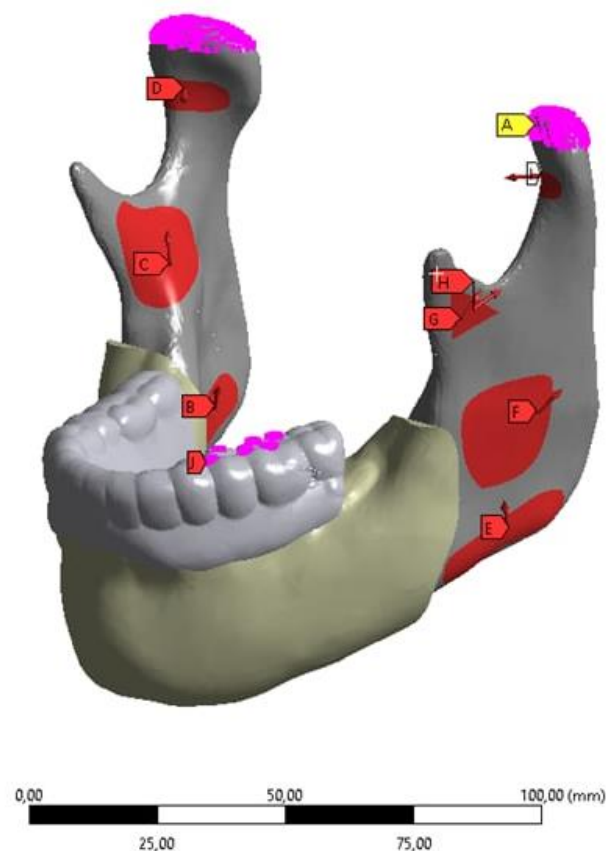


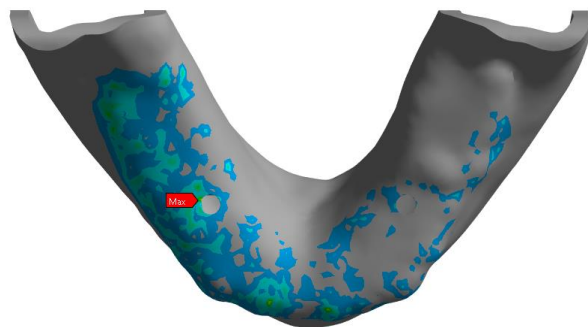
Рисунок 3. Граничные условия для модели нижней челюсти с прикрепленным балочным протезом: **маркер А** – зафиксированные узлы на поверхностях нижнечелюстных суставов; **маркер Е** – результирующая сил от действия поверхностной жевательной мышцы, равная 190,38 Н; **маркер F** – результирующая от действия 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 H** – 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
0.11796
0.09822
0.07858
0.05895
0.03931
0.01968
4.4237e-5 Min

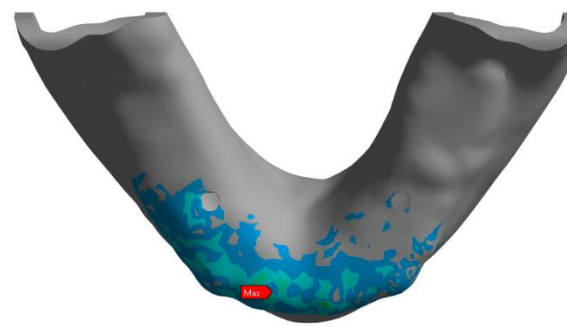


0.00 15.00 30.00 45.00 60.00 (mm)

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
0.25092
0.21508
0.17924
0.1434
0.10756
0.07172
0.03588
4.005e-5 Min

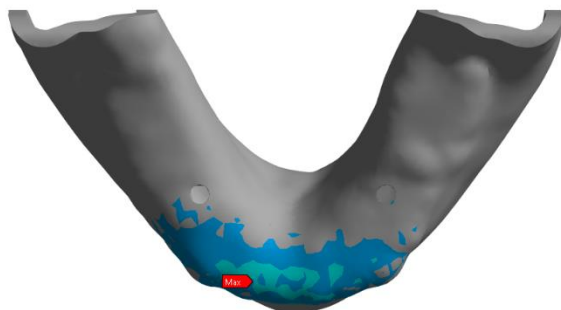


0.00 15.00 30.00 45.00 60.00 (mm)

2

C: Copy of Static Structural
Equivalent Stress 3
Type: Equivalent (von-Mises) Stress
Unit: MPa
Time: 3 s
17.08.2023 6:18

0.93154 Max
0.82804
0.72454
0.62104
0.51754
0.41404
0.31054
0.20705
0.10355
4.9571e-5 Min



0.00 15.00 30.00 45.00 60.00 (mm)

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