

УДК 616.711(075.8)
Г522

Рецензенты:

С. В. Моторин, д-р техн. наук,
зав. кафедрой информационных систем СГУВТ

А. В. Пелеганчук, канд. мед. наук, зав. нейрохирургическим отделением
ФГПУ «НИИТО им. Я. Л. Цивьяна»

Работа выполнена на кафедре систем сбора и обработки данных
и кафедре высшей математики

Гладков А. В.

Г522 Математическое моделирование опорно-двигательного аппарата : учебное пособие / А. В. Гладков, В. В. Комиссаров. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2023. – 116 с.

ISBN 978-5-7782-5023-9

Учебное пособие предназначено для подготовки магистров по направлению 12.04.04 «Биотехнические системы и технологии» при изучении дисциплины «Современные проблемы биомедицинской инженерии».

УДК 616.711(075.8)

ISBN 978-5-7782-5023-9

© Гладков А. В., Комиссаров В. В., 2023
© Новосибирский государственный
технический университет, 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	6
1. Анатомо-физиологические особенности позвоночника человека.	
Позвоночник как единый орган.....	7
1.1. Анатомическое строение позвонков	10
1.2. Особенности строения шейного отдела позвоночника	11
1.3. Особенности строения грудного отдела позвоночника.....	14
1.4. Особенности строения поясничного отдела позвоночника	15
1.5. Анатомия и физиология межпозвонковых дисков.....	16
1.6. Связочный аппарат позвоночника.....	17
2. Моделирование опорно-двигательного аппарата.....	20
2.1. Моделирование отдельных позвонков.....	20
2.1.1. Параметры отдельных позвонков в сагиттальной плоскости	22
2.1.2. Параметры отдельных позвонков во фронтальной плоскости	23
2.1.3. Параметры отдельных позвонков в горизонтальной плоскости.....	25
2.1.4. Параметры сегмента позвоночника в сагиттальной плоскости	29
2.1.5. Параметры взаимоотношения сочленяющихся позвонков в сагиттальной плоскости.....	31
2.1.6. Параметры сегмента позвоночника во фронтальной плоскости	32
2.1.7. Параметры взаимоотношения сочленяющихся позвонков во фронтальной плоскости.....	33
2.1.8. Параметры сегмента позвоночника горизонтальной плоскости	34
2.1.9. Параметры взаимоотношения сочленяющихся позвонков в горизонтальной плоскости	34
2.1.10. Моделирование перемещений позвонка в сагиттальной плоскости.....	35

2.1.11. Моделирование перелома тела позвонка	40
2.1.12. Моделирование перемещения позвонка во фронтальной плоскости	41
2.1.13. Моделирование перемещения позвонка в горизонтальной плоскости	46
2.1.14. Моделирование сочетания бокового наклона и ротации позвонка	50
2.2. Формирование позвоночника в сагиттальной плоскости.....	52
2.2.1. Параметры кинематической цепи позвоночника в сагиттальной плоскости	54
2.2.2. Параметры тел позвонков от С2 до L5 в сагиттальной плоскости	55
2.2.3. Параметры позвонка S1	56
2.2.4. Параметры дисков от С2–С3 до L4–L5 в сагиттальной плоскости ...	56
2.2.5. Параметры диска L5–S1	58
2.2.6. Параметры стандартных отделов позвоночника в сагиттальной плоскости	60
2.3. Формирование позвоночника во фронтальной плоскости	63
2.3.1. Параметры позвонков от С2 до S1 во фронтальной плоскости	64
2.3.2. Параметры дисков от С2–С3 до L5–S1 во фронтальной плоскости	65
2.3.3. Параметры произвольных отрезков во фронтальной плоскости	66
2.4. Параметры нижних конечностей в сагиттальной плоскости	68
2.5. Параметры нижних конечностей во фронтальной плоскости	70
2.6. Моделирование функции позвоночника.....	73
2.7. Моделирование патологических изменений формы и ориентации позвоночника.....	73
2.7.1. Моделирование патологии позвоночника в сагиттальной плоскости	73
2.7.2. Расчет изменения координат при моделировании патологии.....	75
2.7.3. Моделирование патологии позвоночника во фронтальной плоскости	78
2.7.4. Моделирование компенсаторных реакций при патологии позвоночника в сагиттальной плоскости	79

2.8. Моделирование патологии нижних конечностей в сагиттальной плоскости	79
2.9. Моделирование патологии нижних конечностей во фронтальной плоскости	80
2.10. Моделирование компенсаторных реакций при патологии нижних конечностей в сагиттальной плоскости	86
2.11. Моделирование компенсаторных реакций при патологии нижних конечностей во фронтальной плоскости.....	87
2.12. Моделирование коррекции деформации позвоночника.....	87
Словарь терминов	92
Библиографический список	96
Приложения	98
Приложение 1. Координаты реперных точек отдельных позвонков в трех плоскостях	98
Приложение 2. Координаты реперных точек тел позвонков	110
Приложение 3. Координаты реперных точек нижних конечностей	113
Приложение 4. Варианты моделирования патологического строения позвонка и двигательного сегмента позвоночника	114