

DVUZHILOV Anton Sergeevich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Resistance of Materials, Theory of Elasticity and Plasticity, Tver State Technical University, Tver. E-mail: anton_in_tver@mail.ru

УДК 336.226.212.1

СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ В БИОМЕДИЦИНЕ

А.С. Двужиллов, М.В. Иванов

© Двужиллов А.С., Иванов М.В., 2026

***Аннотация.** Статья посвящена использованию принципов и методов сопротивления материалов в биомедицине. Указаны основные области их применения, включая биомеханику костей и суставов, разработку биоматериалов и имплантатов, моделирование поведения тканей и органов, а также проектирование медицинского оборудования. Рассмотрены актуальные проблемы и перспективы дальнейших исследований в данной области, в том числе разработка персонализированных имплантатов, создание новых биоматериалов с улучшенными механическими свойствами и применение методов конечных элементов для оптимизации конструкций.*

***Ключевые слова:** сопротивление материалов, биомеханика, биоматериалы, имплантаты, конечно-элементный анализ, костная ткань, сосуды, мягкие ткани.*

Биомедицина, находящаяся на стыке биологии и медицины, активно использует достижения технических наук для решения задач, связанных с диагностикой, лечением и реабилитацией пациентов. Одна из фундаментальных дисциплин, играющих ключевую роль в развитии биомедицинских технологий, связана с сопротивлением материалов. Сопротивление материалов предоставляет необходимый инструментарий для анализа механического поведения биологических тканей и органов, а также для проектирования медицинских устройств и имплантатов, способных выдерживать физиологические нагрузки и обеспечивать долгосрочную функциональность [1].

Сопротивление материалов находит широкое применение в различных областях биомедицины:

1. Биомеханика костей и суставов. Костная ткань подвергается постоянным механическим нагрузкам. Сопротивление материалов позволяет изучать механические свойства костей, анализировать их

реакцию на различные нагрузки (сжатие, растяжение, изгиб, кручение), исследовать процессы обновления костной ткани и разрабатывать методы диагностики и лечения остеопороза и других заболеваний костей. Анализ напряженно-деформированного состояния суставов (с учетом свойств хрящевой ткани и синовиальной жидкости) позволяет оптимизировать конструкции эндопротезов и разрабатывать эффективные методы лечения артритов и артрозов.

2. Разработка биоматериалов и имплантатов. Имплантаты, предназначенные для замены поврежденных тканей и органов, должны обладать определенными механическими характеристиками, совместимыми с окружающими тканями. Сопротивление материалов используется для выбора оптимальных материалов (металлов, полимеров, керамики, композитов), оценки их прочности, усталостной стойкости и биосовместимости.

3. Моделирование поведения тканей и органов. Математическое моделирование с использованием методов сопротивления материалов позволяет прогнозировать поведение тканей и органов под воздействием различных факторов (механических нагрузок, температуры, химических веществ). Такие модели могут применяться для оптимизации хирургических вмешательств, разработки новых методов лечения и оценки эффективности лекарственных препаратов.

4. Проектирование медицинского оборудования. Медицинское оборудование, такое как хирургические инструменты, диагностические приборы и реабилитационные устройства, должно быть надежным и безопасным в эксплуатации. Сопротивление материалов используется для проектирования прочных и долговечных конструкций, способных выдерживать нагрузки и обеспечивать точность работы оборудования [2].

Несмотря на значительные успехи в применении сопротивления материалов в биомедицине, в данной области остаются нерешенные проблемы и открываются новые перспективы. В связи с этим основными направлениями дальнейших исследований являются:

1. Разработка персонализированных имплантатов. Индивидуальные анатомические особенности пациентов требуют разработки персонализированных имплантатов, которые идеально соответствуют форме и размеру замещаемого органа или ткани. Современные технологии 3D-печати позволяют создавать имплантаты сложной формы, но следует разработать методы анализа механического поведения таких имплантатов с учетом индивидуальных особенностей пациента.

2. Создание новых биоматериалов с улучшенными механическими свойствами. Необходимы новые биоматериалы, которые обладают высокой прочностью, усталостной стойкостью, биосовместимостью и способностью стимулировать регенерацию поврежденных тканей. Нанотехнологии открывают новые возможности для создания

композитных материалов с заданными механическими свойствами и биологической активностью.

3. Применение методов конечных элементов для оптимизации конструкций. Метод конечных элементов является мощным инструментом для анализа напряженно-деформированного состояния сложных конструкций. Его применение в биомедицине позволяет оптимизировать форму и размеры имплантатов, а также прогнозировать их долговечность. Развитие вычислительной техники и программного обеспечения дает возможность проводить сложные расчеты с учетом нелинейных свойств материалов и геометрической нелинейности.

4. Интеграция с другими областями биомедицины. Сопротивление материалов все теснее сближается с такими областями биомедицины, как биохимия, клеточная биология и геновая инженерия. Это позволяет разрабатывать новые комплексные методы лечения заболеваний и восстановления поврежденных тканей, основанные на глубоком понимании механических, химических и биологических процессов [3].

Библиографический список

1. Фун Я.Ч. Биомеханика: Механические свойства живых тканей. М.: Мир, 1990. 280 с.
2. Херринг Т.Дж. Биомеханика; пер. с англ. М.: Практика, 2018. 632 с.
3. Никитин Н.В., Петрова И.А. Сопротивление материалов в задачах биомеханики: учебное пособие. СПб.: Лань, 2019. 192 с.

RESISTANCE OF MATERIALS IN BIOMEDICINE

A.S. Dvuzhilov, M.V. Ivanov

Abstract. *The article is devoted to the use of the principles and methods of material resistance in biomedicine. The main areas of their application are indicated, including biomechanics of bones and joints, development of biomaterials and implants, modeling of the behavior of tissues and organs, and design of medical equipment. The current problems and prospects of further research in this area are considered, including the development of personalized implants, creation of new biomaterials with improved mechanical properties, and application of finite element methods for optimization of structures.*

Keywords: *resistance of materials, biomechanics, biomaterials, implants, finite element analysis, bone tissue, vessels, soft tissues.*

Об авторах:

ДВУЖИЛОВ Антон Сергеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры сопротивления материалов, теории упругости и

пластичности, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: anton_in_tver@mail.ru

ИВАНОВ Максим Валерьевич – студент, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: gomoyunowa.tosya@mail.ru

About the authors:

DVUZHILOV Anton Sergeevich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Resistance of Materials, Theory of Elasticity and Plasticity, Tver State Technical University, Tver. E-mail: anton_in_tver@mail.ru

IVANOV Maxim Valerievich – Student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: gomoyunowa.tosya@mail.ru

УДК 336.226.212.1

ИСТОРИЧЕСКИЕ ПРИМЕРЫ КАТАСТРОФ, СВЯЗАННЫХ С ОШИБКАМИ В РАСЧЕТАХ НА ПРОЧНОСТЬ

А.С. Двужилов, К.Д. Мунин

© Двужилов А.С., Мунин К.Д., 2026

***Аннотация.** Рассмотрены исторические примеры катастроф, вызванных ошибками в расчетах на прочность. Проанализированы инженерные просчеты, приведшие к обрушению мостов, зданий, авиакатастрофам и техногенным авариям. Особое внимание уделено причинам, последствиям и урокам, извлеченным из этих трагедий. Материал основан на документальных источниках и научных исследованиях, что делает его полезным для инженеров, студентов технических специальностей и всех тех, кто интересуется технологическими катастрофами.*

***Ключевые слова:** катастрофы, ошибки в расчетах, прочность конструкций, инженерные просчеты, исторические аварии, обрушение мостов, разрушение зданий, авиационные катастрофы, техногенные аварии, уроки безопасности.*

Строительство и эксплуатация сложных инженерных конструкций всегда сопряжены с рисками. На протяжении истории человечества ошибки в расчетах на прочность неоднократно приводили к масштабным катастрофам, уносящим жизни и наносящим колоссальный материальный