

УДК 621.8

## БИОНИЧЕСКОЕ ФОРМООБРАЗОВАНИЕ

Е.Д. КОРМИЛЬЦЕВА, С.К. ДИК

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
(г. Минск, Республика Беларусь)*

**Аннотация.** Бионическое формообразование – это научное направление, которое использует природные формы и принципы для создания инновационных технологий. Вдохновленные эволюцией, ученые разрабатывают эффективные конструкции, материалы и системы, которые оптимизируют использование ресурсов, увеличивают прочность и устойчивость, а также обладают адаптивностью и саморегуляцией. Примеры применения включают архитектуру, робототехнику и медицину, где природные идеи приводят к созданию устойчивых и экологичных решений. Бионическое формообразование открывает новые возможности для развития умных и адаптивных систем, таких как самовосстанавливающиеся материалы и гибкие роботы, способные работать в экстремальных условиях. В будущем бионика может привести к созданию «живых» зданий, которые адаптируются к изменениям среды и улучшат качество жизни, способствуя устойчивому развитию.

**Ключевые слова:** бионическое формообразование, природные принципы, адаптивные материалы, архитектура, робототехника, медицинские технологии, экологические технологии, самовосстанавливающиеся материалы, устойчивое развитие, гибкие роботы, бионические протезы, имплантаты, умные здания, инновационные технологии.

## BIONIC MORPHOGENESIS

LIZAVETA D. KORMILTSEVA, SERGEI K. DZIK

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics  
(Minsk, Republic of Belarus)*

**Abstract.** Bionic morphogenesis is a scientific field that uses natural forms and principles to create innovative technologies. Inspired by evolution, scientists develop efficient structures, materials, and systems that optimize resource usage, enhance strength and stability, and exhibit adaptability and self-regulation. Applications include architecture, robotics, and medicine, where nature-inspired designs lead to sustainable and eco-friendly solutions. Bionic morphogenesis opens up new possibilities for the development of smart and adaptive systems, such as self-healing materials and flexible robots capable of operating in extreme conditions. In the future, bionics may lead to the creation of "living" buildings that adapt to environmental changes, improving quality of life and promoting sustainable development.

**Keywords:** bionic morphogenesis, natural principles, adaptive materials, architecture, robotics, medical technologies, eco-friendly technologies, self-healing materials, sustainable development, flexible robots, bionic prosthetics, implants, smart buildings, innovative technologies.

### Введение

Бионическое формообразование – это научное направление, которое исследует возможности использования природных форм, структур и принципов для создания новых технологических решений. Этот подход основывается на идее, что природа, за миллиарды лет эволюции, выработала наиболее эффективные и адаптивные формы для решения многих задач, от устойчивости к внешним воздействиям до оптимизации использования ресурсов. Сегодня бионическое формообразование играет важную роль в таких областях, как инженерия, медицина, архитектура и робототехника. Применение природных принципов помогает создать более эффективные, устойчивые и экологичные технологии, что особенно важно в условиях глобальных вызовов, связанных с ресурсной и экологической устойчивостью.

## **Теоретическая часть**

Природа давно стала источником вдохновения для создания инновационных решений. В бионическом формообразовании существует множество подходов.

Оптимизация материалов и формы. В природе часто встречаются структуры, которые имеют минимальную массу при высокой прочности. Это важно для создания легких, но прочных конструкций. Например, структура костей или панциря морских существ напоминает геометрически оптимизированные конструкции, которые обладают высокой прочностью и способны выдерживать большие нагрузки при минимальном объеме материала. Такой принцип активно используется в современных композитных материалах, которые сочетают легкость и прочность.

Адаптивность и саморегуляция. В биологических системах часто встречаются механизмы, позволяющие живым существам адаптироваться к изменениям внешней среды. Например, растения могут изменять свою форму в ответ на освещенность или давление. Используя этот принцип, ученые разрабатывают умные материалы, которые могут адаптироваться к изменениям температуры, влажности или механическим воздействиям. Так, например, появляются самовосстанавливающиеся материалы, которые восстанавливают свою форму после повреждений, аналогично тому, как это делает кожа или ткани живых существ.

Динамическая устойчивость. Живые организмы умеют поддерживать баланс в изменяющихся условиях. Это важный принцип, который находит применение в проектировании таких конструкций, как гибкие роботы или адаптивные здания. Например, некоторые морские растения или кораллы изменяют форму в зависимости от силы волн, что позволяет им избегать разрушения. Этот принцип используется при создании конструкций, способных выдерживать экстремальные нагрузки, такие как землетрясения или сильные штормы.

## **Области применения**

Робототехника. Развитие мягкой робототехники стало настоящим прорывом, и бионическое формообразование сыграло в этом ключевую роль. Роботы, вдохновленные природными системами, могут изменять свою форму, адаптироваться к окружающей среде и выполнять задачи, требующие высокой гибкости и точности. Например, роботы-щупальца, напоминающие осьминогов, могут маневрировать в ограниченных пространствах и использовать свои «щупальца» для захвата объектов.

Особое внимание в робототехнике уделяется созданию гибких роботов, которые могут приспосабливаться к сложным условиям. Это делает такие устройства идеальными для поисково-спасательных операций, а также для исследования труднодоступных мест, таких как кратеры вулканов или подводные глубины.

Медицина и биомедицинские технологии. В медицине бионическое формообразование использует природные принципы для разработки новых имплантатов и протезов. Бионические протезы сегодня не только имитируют движения человеческих конечностей, но и могут адаптироваться к особенностям организма пациента, обеспечивая большую свободу движений и улучшение качества жизни. Примером служат имплантаты, имитирующие структуру костей. Такие устройства имеют пористую структуру, которая позволяет костным тканям пациента расти и интегрироваться с имплантатами. Это значительный шаг вперед по сравнению с традиционными методами, когда имплантаты оставались инертными и плохо взаимодействовали с тканями. Еще один важный пример — искусственные органы. Исследования в области бионических органов и тканей стремятся к созданию таких бионических устройств, которые могут заменять функции поврежденных органов, например, сердца или почек, имитируя их структуру и процесс работы.

Архитектура и строительство. В последние десятилетия все больше архитекторов обращаются к биомиметическим технологиям, создавая проекты зданий, вдохновленных природными формами. Природа давно дала нам примеры оптимальных конструктивных решений, и архитекторы начали перенимать эти идеи. Один из ярких примеров — проект The Eden Project в Великобритании, в котором для покрытия огромных теплиц использованы

геодезические купола, напоминающие структуры, встречающиеся в природных системах. Эти купола эффективны с точки зрения использования материалов и обеспечивают максимальную прочность при минимальной массе. Другим примером является проект башни, вдохновленной коралловыми рифами, в которой используются принципы бионического формообразования для достижения максимальной устойчивости к внешним воздействиям, таким как ветры и землетрясения. Такие здания имеют сложную структуру, которая позволяет им эффективно распределять нагрузки и адаптироваться к изменяющимся условиям.

### **Будущее бионического формообразования**

Перспективы бионического формообразования кажутся безграничными. Уже сегодня разрабатываются новые материалы и устройства, которые могут менять свои свойства в зависимости от внешних условий. Это открывает новые горизонты для создания «живых» зданий и умных конструкций, которые будут адаптироваться к изменениям температуры, влажности и даже нагрузок.

В будущем, возможно, мы увидим роботов, способных не только изменять свою форму в ответ на внешние воздействия, но и восстанавливать поврежденные части, как это происходит в живых организмах. Это приведет к созданию самоисцеляющихся систем, которые смогут работать в самых экстремальных условиях, от космических миссий до операций в опасных или труднодоступных районах Земли.

Также в будущем, благодаря бионическому формообразованию, мы можем ожидать появления экологически чистых и саморегулирующихся зданий, которые смогут самостоятельно управлять своим энергетическим балансом, минимизировать затраты на отопление и охлаждение, а также очищать воздух и воду.

### **Заключение**

Бионическое формообразование — это не просто следование природным примерам, но целая философия, основанная на гармонии человека и природы. Применяя бионические принципы, мы можем создавать более эффективные, устойчивые и экологически чистые технологии, которые отвечают вызовам времени и помогают решать важнейшие задачи устойчивого развития. Бионическое формообразование открывает перед нами новые горизонты и предоставляет возможности для создания технологических решений, которые будут гармонично вписываться в окружающую среду и улучшать качество жизни на Земле.

### **Список литературы**

1. Антоненко Ю.С. Бионика в дизайне: Электронное издание. Учебно-методическое пособие / Ю. С. Антоненко, Т.В. Саляева. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2020.
2. Кириенко И.П., Быкадорова Е.Ю. Дизайн-проектирование природоподобных объектов: учеб. пособие / И.П. Кириенко, Е.Ю. Быкадорова. – Сочи: РИЦ ФГБОУ ВО «СГУ», 2019. –