

# Исследования бионики – платформа для инноваций в технологиях и производстве

А.С. Трипольская, ДП «Фесто», г. Киев

**FESTO**

Для постиндустриального мира, перешедшего порог Промышленности 4.0, ценность исследований бионики заключается, прежде всего, в реализации концепций природы для решений инженерных задач. Подавать новые идеи для промышленного применения и стимулировать инновации – вот первоначальный лейтмотив команды научно-исследовательского центра «Бионическая образовательная сеть», основанного в 2006 г. компанией **Festo**, лидером в области автоматизации производства. Тем не менее, несмотря на последующую успешную реализацию ряда ноу-хау в серийном производстве **Festo**, фокус исследований несколько сместился, поставив главный вопрос: послужит ли бионика кардинальному изменению концепции производства XXI века в ключе оптимального использования ресурсов?

*Чем больше мы познаем неизменные законы природы, тем все более невероятными становятся для нас чудеса.*

*Чарльз Дарвин*



## «О, дивный новый мир»

Царящая вокруг нас флора и фауна – результат способности живых организмов приспосабливаться к окружающей среде. Рассмотрим, к примеру, самый многочисленный класс животных – насекомых. На сегодняшний день описано более миллиона видов насекомых, ареал обитания которых простирается даже через ледяные границы Антарктиды. Удивительно, но некоторые виды способны выживать в критически низких температурах до - 50 °С преимущественно благодаря эволюционной адаптации – пойкилотермии (от греч. *ποικίλος* – различный, переменчивый и *θερμία* – тепло). Феномен заключается в том, что температура тела пойкилотермных организмов, также именуемых холоднокровными, может варьироваться в широких пределах в зависимости от температуры внешней среды. По мере исследований в области биологии стали известны различные механизмы адаптации – от охлаждения с помощью испарения влаги до изменения тканевой устойчивости за счет наличия в организме особых веществ, таких как гликопротеиды и глицерин. Вопросом реализации подобных феноменов природы в технических устройствах занимается именно бионика, способствуя созданию новых технологий и методик на основе

изобретений природы. В этом смысле, если природа – это мать живых организмов, то бионика – олицетворение людей, пользующихся ее бесспорными патентами.

Устойчивость к замерзанию благодаря биохимическим механизмам адаптации – лишь один из множества примеров уникальных возможностей нашего мира. И хотя сценарий с элементами крионики (сохранения в состоянии глубокого охлаждения) человек позаимствовал у природы пока лишь для экранизации фантастических сюжетов далекого будущего, в наше время многие бионические модели уже получили техническое воплощение. Только за последние два года **Festo** презентовала робота-кенгуру с энергоэффективной кинематикой прыжка **BionicKangaroo**, летающих роботов-бабочек с коллективным поведением **eMotionButterflies**, захват **FlexShapeGripper**, разработанный по принципу действия языка хамелеона, и многое другое. Помимо копирования основной модели живого организма с присущими ему особенностями, в роботах также заложены важнейшие для природы принципы жизнедеятельности: энергоэффективность, искусство миниатюризации, способность к коммуникации и обучению. Таким образом, исследования бионики вносят значительный вклад в разработку передовых технологий, которые с большой вероятностью откроют человеку абсолютно новые возможности.

## От отдельных изделий до интеллектуальных систем

Глобально производство на сегодняшний день переживает фундаментальные изменения. С одной стороны, это результат постоянного поиска путей сокращения издержек, а с другой – необходимость в оптимальном расходовании ресурсов и, в первую очередь, – оборудования. Однако в последнее время поиск альтернатив также продиктован возрастающей потребностью обеспечить максимально гибкий, адаптивный производственный процесс. Так как помимо преобладающего массового производства воз-

никает тенденция развития производства XXI века в направлении кастомизации продукции — изготовления разных партий товара в относительно небольшом количестве. В результате производители все чаще сталкиваются с потребностью в таких технологиях, благодаря которым, к примеру, станет возможна неоднократная перенастройка оборудования под изменившиеся условия задачи. Для этого задачи, которые сегодня координирует главный компьютер, в будущем должны выполнять интеллектуальные компоненты.

Разработчики компании **Festo** полагают, что в основе будущих производственных систем будут автономно функционирующие мехатронные узлы, которые вследствие все более локальной обработки данных и инкапсуляции сложности получили определение «интеллектуальные компоненты». В будущем интеллектуальные компоненты, объединенные в единую сеть, должны действовать в согласовании друг с другом, подчиняясь вышестоящему уровню управления. Таким образом, эволюция компонентов автоматизации движется к интеллектуальным подсистемам, наделенным следующими характеристиками:

- самооптимизация и энергоэффективность;
- самообучение и адаптивность;
- взаимодействие;
- соответствие новым стандартам, таким как OPC-UA и AutomationML.



В стремлении воплотить подобные системы управления команда **Festo** продолжает интенсивно развивать технологии точного машиностроения и микросистем и, главным образом, проводить исследования и тестировать различные материалы и методы производства. Платформой для подобного рода широкомасштабных исследований выступает «Бионическая образовательная сеть», стимулируя разработчиков к новым подходам с целью дальнейшего применения на производстве. Одно из последних ноу-хау, разработка которого натолкнула на создание инновационных технологий производства, — **BionicANTs**, миниатюрные роботы-муравьи с интеллектуальной системой коммуникации.

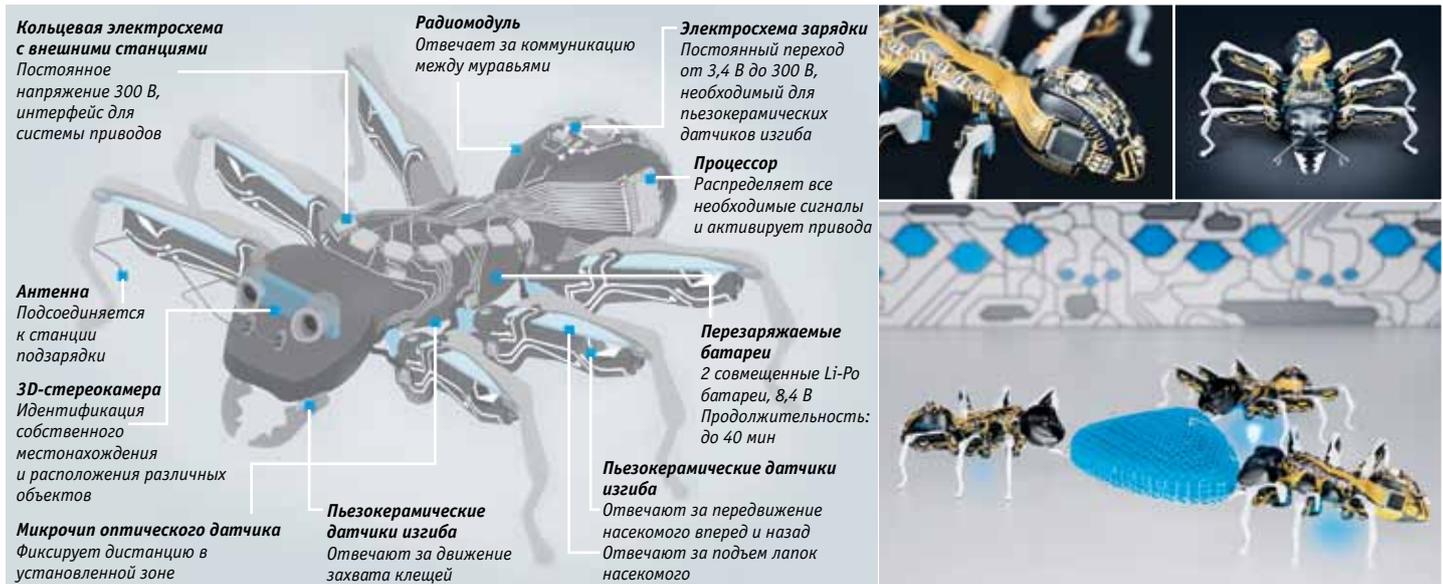
### **BionicANTs: 3D MID и пьезотехнологии**

Мало кто знает, что в некоторых случаях бионические роботы **Festo** стали отправной точкой не только в создании инновационных продуктов, таких как адаптивный захват **DHDG**, но и методик производства в широком смысле этого слова. Например, благодаря испытанию различных материалов и методов производства, впервые удалось интегрировать необходимую функциональность на предельно минимальной площади роботов **BionicANTs**. В изготовлении корпуса мини-роботов была задействована технология селективного лазерного спекания (**SLS**), на основе которой полиамидный порошок плавится слой за слоем при помощи лазерного луча. Разработчики **Festo** впервые совместили спеченные компоненты с технологией **3D MID**. По технологии **3D MID** на поверхности деталей наносятся видимые проводящие элементы, которые одновременно выступают в качестве плат для электронных и механических узлов. Таким образом, в муравье, длиной всего 13,5 см, интегрированы и точно согласованы все необходимые механические и электрические функции. В результате, как только робот активизируется — внешняя система управления уже не понадобится. Стоит также отметить, что платы подобного образца обходятся без кабелей и не требуют сложной сборки. На сегодняшний день технология **3D MID** широко используется в автомобильной, фармацевтической и авиационной промышленности

и с большой долей вероятности вскоре получит распространение и в разработках продукции **Festo**, позволив достичь оптимальных форм и размеров.

Чтобы строение роботов **BionicANTs** было максимально приближено к живому образцу, были также задействованы пьезотехнологии. К примеру, ротовой аппарат с функцией захвата объектов представляет собой уникальную реплику оригинала. Движение клешей обеспечивают два пьезокерамических датчика изгиба, встроенных в челюсть в качестве приводов. При подаче напряжения в крошечные пластины, клещи отклоняются и механически передают движение захватывающим губкам. Пьезотехнологии также используются в конструкции лапок насекомого для достижения предельной точности и скорости передвижений. Сверх того, пьезоэлементы отличаются малыми затратами энергии, миниатюрностью и феноменальной износостойкостью. Завершающий элемент перемещения мини-робота — изобретенное командой разработчиков гибкое шарнирное соединение, благодаря которому удалось увеличить относительно низкий подъем лапок и, соответственно, длину шага.

В области пьезотехнологий у **Festo** — большой опыт с производственным центром микротехнологий в Швейцарии, **Festo Microtechnology AG**, где также выпускаются пропорциональные клапаны со встроенной технологией регулирования расхода и давления. Пьезоклапаны от **Festo** широко применяются в автоматизации лабораторий и медицинского оборудования, к примеру, для высокоточного дозирования воздуха и кислорода в мобильных дыхательных аппаратах. Пьезокерамические приводы использу-



BionicANTs – взаимодействие, основанное на поведенческой модели муравьев

ются в основном в качестве датчиков давления и в целях рекуперации энергии, тогда как в робототехнике – крайне редко. В целом, концепция приводов искусственных муравьев BionicANTs – очередная демонстрация того, как существующие технологии можно применить совершенно по-новому.

### Отдельные системы для решения общей задачи

Принимая во внимание как детали робота в частности, так и концепцию в целом, разработчики в качестве модели для подражания ориентировались не только на хрупкую анатомическую структуру насекомого. Впервые в мире технологий была передана модель поведения живых существ с использованием сложных алгоритмов управления. Наподобие природных прототипов роботы BionicANTs взаимодействуют в соответствии с четкими правилами. Они общаются друг с другом, координируя свои действия и движения на благо общей цели. Таким образом, каждый муравей принимает решения самостоятельно, однако исключительно в рамках коллективной задачи.

Теоретически модель кооперативного поведения предлагает интересные подходы к производству. Системы производства нового поколения будут основываться на интеллектуальных компонентах, которые способны гибко приспособиваться к различным производственным задачам, подчиняясь командам устройств высшего уровня управления. Так, на примере проекта BionicANTs Festo демонстрирует, как отдельные единицы робототехники могут автономно реагировать на разные ситуации и координироваться друг с другом, будучи целостной системой, объединенной в сеть. Именно благодаря интеллектуальному распределению рабочих задач механические собратья способны эффективно транспортировать грузы, сдвигать с места такие объекты, которые одному муравью сдвинуть не под силу.

Концепция BionicANTs – базовый принцип конструкции высокоинтегрированных микросистем, оснащенных собственным «разумом» для выполнения локальных команд.

Подобная модель коллективного поведения выступает примером возможного производства будущего, придавая четкие очертания ключевым тенденциям:

- интеллектуальные компоненты для адаптивного производства;
- системы автоматизации, объединенные в единую сеть;
- внедрение программного обеспечения: слияние виртуального и реального миров (GPS-навигация в eMotionButterflies);
- миниатюризация и функциональная интеграция.

### Выводы

Чтобы выжить, человек, как и любые другие живые организмы, вынужден приспособиваться к окружающим условиям. Однако будущее неумолимо требует все более рационального подхода к использованию ресурсов не только от потребителя, но и от производителя. В поиске новых подходов и решений, разработчики черпают вдохновение у природы. Ее законы и принципы отточены эволюцией и зачастую наиболее стратегически эффективны.

Несомненно результаты тестирования технологий в рамках «Бионической образовательной сети» лягут в основу создания инновационных, ресурсосберегающих решений. Как видно из вышеизложенного, во-первых, для усовершенствования существующих компонентов автоматизации, к примеру, используя 3D MID-технологии для миниатюризации изделий и, как следствие, снижения расходов материалов. Во-вторых, для создания новых интеллектуальных систем управления, используя концепцию «интеллектуальных компонентов». Ближайшая цель – упростить и ускорить такие производственные процессы, как конфигурация, ввод в эксплуатацию и работа оборудования в целом.

Изменяют ли бионические проекты концепцию производства XXI века? Вопрос в дальнейших инвестициях и совместных усилиях на благо общей цели, на благо общей планеты. В любом случае, производство будущего – это, прежде всего, интеллектуальная эволюция. *Ж*