

Чепиль Е. В.

БИОНИКА. ЖИВЫЕ ПРОТОТИПЫ – КЛЮЧ К НОВОЙ ТЕХНИКЕ

Бионика – наука, пограничная между биологией и техникой, решающая инженерные задачи на основе анализа структуры и жизнедеятельности организмов. Бионика тесно связана с биологией, физикой, химией, кибернетикой и инженерными науками – электроникой, навигацией, связью, морским делом и др.

Идея применения знаний о живой природе для решения инженерных задач принадлежит Леонардо да Винчи, который пытался построить летательный аппарат с машущими крыльями, как у птиц – орнитоптер. Появление кибернетики стало стимулом для более широкого изучения строения и функций живых систем с целью выяснения их общности с техническими системами, а также использование полученных сведений о живых организмах для создания новых приборов, материалов, механизмов и т.п.

В бионике выделяют три направления: биологическое, рассматривающее процессы внутри биологических систем; теоретическое, занимающееся созданием компьютерных моделей этих процессов; и техническое, отвечающее за использование созданных биологических моделей для воплощения в жизнь посредством создания инженерных сооружений или машин.

Биологическое направление работ по бионике охватывает такие проблемы, как изучение нервной системы человека и животных и моделирование нервных клеток (нейронов) и нейронных систем для дальнейшего совершенствования вычислительной техники и разработки новых элементов и устройств автоматики и телемеханики (нейробионики); исследование органов чувств и других воспринимающих систем живых организмов с целью разработки новых датчиков и систем обнаружения; изучение принципов ориентации, локации, навигации у различных животных для использования этих принципов в технике.

Исследование нервной системы показали, что она обладает рядом важных особенностей и преимуществ перед самыми совершенными вычислительными устройствами. К ним относятся: совершенное и гибкое восприятие внешней информации вне зависимости от формы, в которой она поступает (например, от шрифта, цвета текста, чертежей, тембра и других особенностей голоса и т.п.); высокая надёжность, превышающая надёжность технических систем (последние выходят из строя при обрыве в цепи одной или нескольких деталей; при гибели же миллионов нервных клеток из миллиардов, составляющих человеческий мозг, работоспособность системы сохраняется); миниатюрность элементов нервной системы: при количестве элементов 10^{10} – 10^{11} объём мозга человека $1,5 \text{ дм}^3$, а транзисторное устройство с таким же числом элементов заняло бы объём в несколько сот, а то и тысяч м^3 ; экономичность работы: потребление энергии мозгом человека не превышает нескольких десятков Вт.

Попытки моделирования нервной системы человека и животных были начаты с построения аналогов нейронов и их сетей. Разработаны различные типы искусственных нейронов. Созданы искусственные «нервные сети», способные к самоорганизации, т.е. возвращающиеся в устойчивые состояния при выводе их из равновесия. Изучение памяти и других свойств нервной системы – основной путь создания «думающих» машин для автоматизации сложных процессов производства и управления.

Каждый анализатор животных и человека, воспринимающий различные раздражения (световые, звуковые и др.) состоит из рецептора (или органа чувств), проводящих путей и мозгового центра. Это сложные и чувствительные образования, не имеющие себе равных среди технических устройств, существенно могли бы ускорить ход технического прогресса и научных исследований миниатюрные и надёжные датчики, не уступающие по чувствительности, например, глазу, который реагирует на единичные кванты света, термочувствительному органу гремучей змеи, различающему изменения температуры в $0,001\text{ }^{\circ}\text{C}$, или электрическому органу рыб, воспринимающему потенциалы в доли микровольта.

Через важнейший анализатор – зрительный – в мозг человека поступает большая часть информации. Для технических целей представляет интерес разработка искусственной сетчатки. Сетчатка – очень сложное образование (например, глаз человека имеет 10^8 фоторецепторов, которые связаны с мозгом при помощи 10^6 ганглиозных клеток). Один из вариантов искусственной сетчатки (аналогичный сетчатки глаза лягушки) состоит из трёх слоёв: первый включает 1800 фоторецепторных ячеек, второй – «нейроны», воспринимающие положительные и тормозные сигналы от фоторецепторов и определяющие контрастность изображения, в третьем слое имеется 650 «клеток» пяти разных типов. Эти устройства дают возможность создать следящие устройства автоматического распознавания, даёт возможность создать определитель глубины пространства для анализа аэрофотоснимков.

Ведутся работы по имитации слухового анализатора человека и животных. Технически интересно также изучение механизма передачи информации от уха к слуховой области мозга.

Изучают органы обоняния животных с целью создания «искусственного носа» – электронного прибора для анализа малых концентраций пахучих веществ в воздухе или воде (некоторые рыбы чувствуют концентрацию вещества в несколько $\text{мг}/\text{м}^3$).

Многие организмы имеют анализаторные системы, каких нет у человека. Так, например, у кузнечика на 12-м членике усиков есть бугорок, воспринимающий инфракрасное излучение, у акул и скатов есть каналы на голове и в передней части туловища, воспринимающие изменение температуры на $0,1^{\circ}\text{C}$. Улитки и муравьи обладают чувствительностью к радиоактивным излучениям. Некоторые животные хорошо чувствуют инфра- и ультразвуковые колебания.

Большое значение в техническом конструировании имеют т.н.

персептроны – «самообучающиеся» системы, выполняющие логические функции опознавания и классификации. Они соответствуют мозговым центрам, где происходит переработка принятой информации. После периода «обучения» персептрон может принимать самостоятельные решения. На основе персептронов создаются приборы для чтения и распознавания текстов, чертежей, анализа осциллограмм, рентгенограмм и т.п.

Исследование систем обнаружения, навигации и ориентации у птиц, рыб и других животных могут помочь в совершенствовании приборов, используемых в авиации, морском деле и др.

Исследование морфологических особенностей живых организмов также даёт идеи для технического конструирования. Так. Изучение структуры кожи быстроходных водных животных позволило увеличить скорость морских судов на 15-20 %, построить жиротрон – вильчатый вибратор Обеспечивающий высокую стабилизацию направления полёта самолёта при больших скоростях. Новые принципы полёта, бесколёсного движения, построение различных манипуляторов разрабатываются на основе изучения полёта птиц и насекомых, движения прыгающих животных и т.п.

Одновременно с прогрессом техники, который обеспечивается успехами бионики, она приносит пользу и самой бионике, т.к. помогает активно понять и моделировать те или иные биологические явления или структуры.

Работа выполнена под руководством ст. преподавателя каф. физики
Рудаковой Г.А.