

БІОТЕХНІЧНІ СИСТЕМИ З ВИКОРИСТАННЯМ МОРСЬКИХ ТВАРИН, РОЗВИТОК ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Хіміч М. С.², Пчелінська Л. В.¹

¹Державний океанаріум, ²Одеський державний аграрний університет, м. Одеса

Біотехнічні системи (БТС) - це особливий клас штучних систем, що представляють собою сукупність біологічних і технічних (програмно-апаратних) елементів, об'єднаних для вирішення спільної справи і пов'язаних між собою в єдиному контурі управління. Морські біотехнічні системи створюються для виконання складних завдань на поверхні і у товщі вод морів і океанів. Морські тварини є доскональними механізмами, які швидко адаптуються до різних умов, при цьому вони добре приручаються, навчаються. Наприклад, тюлені можуть в парі з людиною виконувати завдання високої складності.

Ключові слова: морські ссавці, біотехнічні системи (БТС).

З метою розширення сфери застосування БТС, підвищення їх ефективності, на протязі багатьох років проводяться дослідження особливостей поведінки та фізіології морських тварин як в зарубіжних країнах так і в Україні.

На всіх етапах проектування, створення і експлуатації БТС головним є рішення комплексу наукомістких завдань в рамках океанології, гідробіології, іхтіології, фізіології і широкого кола технічних дисциплін, що передбачає тісну кооперацію дослідників і розробників різних академічних і освітніх установ. Найважливішими етапами розробки і запуску в експлуатацію морських БТС є: створення інфраструктури біотехнічного аквакомплексу, вилов тварин, їх приручення, загальне та спеціальне навчання.

Ці роботи включають: відпрацювання нових методів навчання тварин, вивчення чутливості і диференціальних можливостей систем зору, слуху, нюху. Надзвичайно важливим направленням діяльності по впровадженню морських БТС в експлуатацію є підготовка фахівців по роботі з тваринами, розробка нових поколінь морських БТС, а також методичних матеріалів з цих питань. На всіх етапах проектування, створення та експлуатації БТС головним є вирішення комплексу наукомістких завдань в рамках океанології, гідробіології, іхтіології, фізіології і широкого кола технічних дисциплін, припускає тісну кооперацію дослідників і розробників різних академічних і освітніх установ.

Сьогодні на промислових підприємствах як на суші так і на морі вкрай затребувані автоматизовані системи, актуальні інноваційні рішення, які допомагають налагодити ефективну виробничу роботу і в той же час мінімізувати негативний вплив на працівників.

Все це сприяло для впровадження на промислових підприємствах роботів, що відрізняються своєю високою продуктивністю, що не вимагають час на відпочинок, що виключають зі своєї роботи помилки.

Однак варто відзначити і мінуси подібних розробок. Сучасний автономний робот здатний виконувати тільки заздалегідь запрограмовану відносно нескладну роботу. При позаштатних ситуаціях, найімовірніше, у робота бракуватиме потрібного алгоритму дій, що в підсумку призведе до провалу поставлених завдань і можливу поломку апарату. При

цьому вихід з ладу керуючої або ходових систем автономного робота при глибоководній підлідній роботі рівнозначний його втраті. І основний мінус таких систем – їх ціна, а також унікальність кожного екземпляра. Найпрогресивніші автономні роботи самі можуть лише виконувати заздалегідь запрограмовані елементарні дії, будь-яка нестандартна ситуація ставить «нервову систему» цих автоматів в глухий кут.

Єдина існуюча альтернатива – створення систем, в яких використовується живий організм. Такі системи повністю адаптовані до роботи в середовищі існування тварини, частково вирішується проблема автономності. У нештатній ситуації нервова система тварини сама виробить нову схему поведінки, а для вирішення стандартних завдань тварину можна навчити. При використанні тварин у біотехнічних системах в наше розпорядження надходять їх сенсорні системи, які, як і весь організм, пристосовані до середовища, де мешкає тварина.

Морські тварини, а це представники китоподібних і ластоногих, мають унікальні можливості, що дозволяють їм занурюватися на значні глибини, виконувати швидкісні переходи, як в надводному, так і в підводному положенні, з надзвичайно розвиненими сенсорними системами (у китоподібних це високоточні сонари), і найголовніше – високорозвиненою центральною нервовою системою, що забезпечує складні форми спілкування і поведінки.

Відповідно до відпрацьованих методів попередніх років тварини працюють в парі з людиною або, при більш широкому розгляді, в складі біотехнічних систем (БТС). Морські тварини добре приручаються, навчаються і можуть працювати в парі з людиною, взаємодіючи з ним, добувати додаткову інформацію і виконувати завдання найвищої складності [1, 2].

У зв'язку з цим є надзвичайно важливим розширення досвіду в напрямку з підготовки для службового використання морських ссавців.

Морські тварини повинні стати надійними помічниками людини при виконанні найбільш відповідальних завдань [3, 6].

Сьогодні вченими накопичено значний обсяг знань і технічних рішень, пов'язаних з використанням морських тварин в службових цілях. Всі ці знання дозволяють:

- проводити фундаментальні, прикладні і пошукові дослідження з теоретичних і прикладних проблем загальної біології, екології, морфології, фізіології, поведінки і ветеринарії, біогідродинаміки і біогідроакустики морських тварин;
- досліджувати оптимальні режими і терміни реабілітації основних фізіологічних функцій організму людей із професійною патологією і проводити лікувально-оздоровчі заходи за участю навчених дельфінів (сеанси дельфінотерапії);
- здійснювати дослідження підводних біотехнічних систем і розробку технічних засобів на біонічних принципах;
- виконувати підводно-пошукові і підводно-технічні роботи з використанням біотехнічних систем, водолазів і підводних апаратів;
- проводити підготовку тренерів морських тварин, водолазів і фахівців пошуково-рятувальної служби;
- вирішувати задачі прикладної екології: моніторинг стану навколишнього природного середовища [5].

Незважаючи на очевидні успіхи в розробках спеціалізованих систем пошуку і захисту, що включають морських ссавців, робота в морі залишається екстремальною

складною, небезпечною та вимагає все більш знань, вмінь та інноваційних підходів.

Очевидно, що сучасний рівень розвитку технічних засобів навігації, пошуку та активного функціонування людини, але цей рівень далекий від досконалості. Зокрема досвід проведення рятувальних операцій останніх десятиліть демонструє високий рівень складності цих завдань, навіть в межах міжнародної кооперації [7, 8].

Особлива увага приділяється контролю їх фізіологічного стану, ветеринарному забезпеченню, в тому числі профілактики гіповітамінозу, гіподинамії, захворюванням. Приміщення для дикої тварини при вилові та обмеження в просторі, істотно збіднення його «зовнішнього світу» і одночасно вплив комплексу антропогенних чинників змушують всіх тварин, які потрапили в неволю пристосовуватися до невластивих їм умов життя.

Вивчення процесу адаптації тварин до умов неволі, поточний контроль стану – одне з важливих напрямків забезпечення їх здоров'я і тривалого життя, а разом з тим і працездатності БТС.

З метою розширення сфери застосування БТС, підвищення їх ефективності, тривають дослідження особливостей поведінки та фізіології морських тварин, включаючи відпрацювання нових методів їх навчання, вивчаються диференціальні можливості сенсорних систем морських тварин, а саме ластоногих [10].

Було встановлено, що тюлені мають більш досконалий зір, що дозволяє використовувати в роботі з ними широкий спектр форм і колірних характеристик стимулів. Можливості зору тварин планується в майбутньому використовувати для вирішення проблеми розпізнавання тваринами "свій-чужий" при протидії підводним диверсантам [11, 12].

Надзвичайно важливим напрямком діяльності по впровадженню морських БТС в експлуатацію є тиражування напрацювань, підготовка методичних посібників. При вивчені результатів традиційних досліджень клітинних і біохімічних механізмів онтогенезу морських тварин, їх адаптації до факторів навколишнього середовища, в тому числі до умов утримання в неволі [13, 14, 15]. На ранніх етапах процесу адаптації ластоногих до умов неволі в співвідношенні різних типів лейкоцитів і структурі популяції лімфоцитів крові відбуваються зрушення, що відображають зниження рівня резистентності в специфічних і неспецифічних ланках імунітету. Процес адаптації триває не менше одного року, є індивідуальні терміни стабілізації клітинного складу крові. Виявлено чіткі морфологічні і цитохімічні параметри крові тюленів, що дозволяють оцінювати успішність процесів їх росту і розвитку.

Висновки. При розгляді питання щодо перспективного розвитку методології біотехнічних систем слід відзначити три напрямки:

1 підвищення надійності БТС шляхом вдосконалення методів дресирування тварин, впровадження програмно-апаратних (телеметричних) системи зв'язку людини з твариною.

2 впровадження методів управління біологічними об'єктами дистанційно, ці методи надзвичайно складні в реалізації і тиражуванні результатів, істотно ускладнюються умовами, в яких передбачається використовувати БТС, - солоня вода, значні рівні гідродинамічного тиску але перспективні.

3 це шлях подальшого розвитку технічної складової. Деякі види морських тварин можуть розглядатись як прототип біонічних (біоробототехнічних) систем нового

Список літератури:

1. Максимов Н. М. 2011. Вступительное слово. *Морские животные на службе человеку. Материалы научно-практического семинара (4 октября 2010 г., Североморск)*. Отв. ред. Г. Г. Матишов. Ростов н/Д, изд-во ЮНЦ РАН: 4
2. Мишин В. Л., Матишов Г. Г. 2000. *Морские териотехнические системы двойного назначения*. Мурманск, ООО “МИП-999”: – 116 с.
3. 1998. *Annotated Bibliography of Publications from the U. S. Navy’s Marine Mammal Program*. Technical document 627. Space and Naval Warfare Systems Center. San Diego, Revision D. May 1998. CA 92152-5001. 118 p.
4. Мишин В. Л., Кавцевич Н. Н., Кочетков Н. В. 1987. *Содержание в неволе некоторых видов морских млекопитающих*. Апатиты, изд-во КФ АН СССР: 70 с.
5. Федоров А. Ф., Деревщиков В. И. 1989. *Основы обучения морских млекопитающих для использования в народном хозяйстве (Методология одомашнивания, приручения и обучения)*. Апатиты: 57 с.
6. Мишин В. Л., Матишов Г. Г. 1999. Биотехнические системы содержания, обучения и использования в народном хозяйстве арктических ластоногих и китообразных. *Современные технологии и прогноз в полярной океанологии и биологии*. Апатиты, изд-во КНЦ РАН: 232–266.
7. Попов В. А. 2000. Предисловие. В кн.: Мишин В. Л., Матишов Г. Г. *Морские териотехнические системы двойного назначения*. Мурманск, ООО “МИП-999”: 116 с.
8. Матишов Г. Г., Кавцевич Н. Н., Михайлюк А. Л. 2007. *Опыт обучения и применения морских млекопитающих для защиты стратегически важных объектов от террористических действий*. Ростов н/Д, изд-во Южного научного центра РАН: 128 с.
9. Матишов Г. Г., Войнов В. Б., Вербицкий Е. В., Михайлюк А. Л., Трошичев А. Р., Гладких А. С., Светочев В. Н. 2010. *Морские млекопитающие в биотехнических системах двойного назначения. Методическое пособие*. Мурманск, ММБИ КНЦ РАН: 131 с.
10. Войнов В. Б., Зайцев А. А., Литвинов Ю. В., Михайлюк А. Л., Пахомов М. В. 2013. Сенсорные возможности арктических тюленей в морских биотехнических системах. *Вестник Южного научного центра*. 9 (4): 87–95.
11. Matishov G. G., Voinov V. B., Mikhaylyuk A. L. 2012. Arrhythmic Phenomena in Organization of Cyclic Processes in Organisms of Pinnipedia and their Behaviour. *Advances in Zoology Research*. Editors: Owen P. Jenkins. Nova Science Publishers, Inc. USA. 1: 155–171.
12. Toffoli C. A., Rolfe D.S. 2006. Challenges to Military Working Dog Management and Care in the Kuwait Theater of Operation. *Military medicine*. 171 (10): 1002–1005.
13. Overton D. A. 1964. State-dependent or “dissociated” learning produced with pentobarbital. *Journal of Comparative Physiological Psychology*. (57): 3–12.
14. Xu S., Talwar S.K., Hawley E. S., Lia L., Chapina J. K. 2004. A multi-channel telemetry system for brain microstimulation in freely roaming animals. *J. Neurosci. methods*. 133: 57–63.
15. Weinberger S. 2012. *Robots replace costly US Navy mine-clearance dolphins*. Available at: <http://www.bbc.com/future/story/20121108-final-dive-for-us-navy-dolphins/1.2012>

Биотехнические системы с использованием морских животных, развитие и перспективы.
Химич М. С., Пчелинская Л. В.

Биотехнические системы (БТС) - это особый класс искусственных систем, представляющих собой совокупность биологических и технических (программно-аппаратных) элементов, объединенных общим делом и связанных между собой в едином контуре управления. Морские биотехнические системы создаются для выполнения сложных задач на поверхности и в толще вод морей и океанов. Морские животные - совершенные механизмы, которые быстро адаптируются в разных условиях, они хорошо приручаются, учатся. Например, тюлени могут в паре с человеком выполнять задачи высокой сложности.

Ключевые слова: морские млекопитающие, биотехнические системы (БТС).

Biotechnical systems using marine animals development and prospects.
Chemich M. S., Pchelinskaya L. V.

Biotechnical systems (BTS) is a special class of artificial systems, representing a set of biological and technical (software-hardware) elements, united by a common cause and linked together in a single control loop. Marine biotechnical systems are created to perform complex tasks on the surface and in the thickness of the waters of the seas and oceans. Sea animals are perfect mechanisms that adapt quickly in different conditions, they are well tamed, learn. For example, seals can paired with a person to perform tasks of high complexity.

Key words: marine mammals, biotechnical systems (BTS).