

О.І. Дандур'яни

МЕТОД ДОСЛІДЖЕННЯ КОМУНІКАЦІЇ ДЕЛЬФІНІВ

Пізнання особливостей комунікації дельфінів є актуальним не лише як зоопсихологічна проблема, а й в більш широкому контексті дослідження невідомих стратегій комунікативної діяльності, які виникли на основі унікальних генних мутацій китоподібних в принципово відмінному від наземних умов водному середовищі. У статті висувається гіпотеза щодо особливого значення для дельфінів явища синхронії, яким, можливо, вони навчилися керувати задля коректування еволюції власного виду, що не могло не позначитись на психологічних особливостях їх комунікації, зазначається особлива важливість можливості визначення продуцента акустичних сигналів та пропонується три модифікації методу досліджень комунікації дельфінів, які дозволяють це робити.

Ключові слова: комунікація, метод, дельфіни, зоопсихологія

Постановка проблеми. Вже півсторіччя тривають дослідження складної акустичної взаємодії дельфінів афалін, які займають друге місце після людини по співвідношенню маси мозку до маси тіла та демонструють когнітивні здібності на рівні вищих антропоїдів. Дельфіни афаліни мають мозок, який перевищує за абсолютною масою мозок людини та має порівняну із ним складність будови. Тому ще в шістдесяті роки минулого сторіччя дослідник Джон Ліллі висунув гіпотезу, за якою афаліни є носіями негуманоїдного типу свідомості, яка виникла в принципово відмінному від наземних умов водному середовищі, і тому, серед іншого, може мати невідомі стратегії комунікативної діяльності. Отже, пізнання особливостей комунікації дельфінів є актуальним не лише як зоопсихологічна проблема, а й в більш широкому контексті, та потребує нового методу досліджень, за допомогою якого можна вивчити раніше недоступні аспекти.

При дослідженнях акустичної взаємодії дельфінів часто необхідно виділяти індивідуальний репертуар сигналів кожної тварини, але до цього часу ця проблема не отримала задовільного вирішення, через що, наприклад, виникло помилкове уявлення про те, що дельфіни мають «мову» свистів [11], хоча насправді кожен дельфін має свій власний, притаманний лише йому свист та здатність до копіювання свистів інших дельфінів[5, 7], що довго не було помічено при спостереженнях за групою з кількох ссавців. Таким чином, актуальною науковою проблемою є пошук нового методу досліджень акустичної комунікації дельфінів, який серед іншого дозволить виділяти індивідуальний репертуар кожної тварини.

Метою статті є обґрунтування необхідності пошуку нових шляхів досліджень комунікації дельфінів, та пропонування декількох модифікацій методу дослідження комунікації дельфінів із можливістю виділення індивідуального репертуару кожної тварини з метою створення «словника».

Аналіз останніх досліджень. Проблемою виділення репертуару окремого дельфіна займалися В.О. Рябов з Карадазького заповідника НАН України[3] та О.В. Агафонов з лабораторії морських ссавців інституту океанології ім. П.П. Ширшова РАН [6]. Дослідники застосовують у своїх дослідженнях сучасну звукову апаратуру, якої не існувало на попередньому етапі досліджень комунікаційної системи дельфінів.

Праці О.В. Агафопова мають важливе значення, бо поновлюють дослідження комунікації дельфінів після тривалого затишшя, що привертає увагу пострадянського суспільства до фундаментальної проблеми науки про можливість контакту людини із представниками інших біологічних видів на нашій планеті та поза її межами. Групою О.В. Агафопова було запропоновано мініатюрний пристрій для реєстрації акустичних сигналів, що дозволяє записувати акустичні сигнали конкретного дельфіна. Пристрій кріпиться до тіла тварини за допомогою спеціальної шлейки. Зважаючи на особливості конструкції пристрій не реєструє (або реєструє у вельми ослабленому вигляді) сигнали інших дельфінів. Недоліком ж цього пристрою є вузький частотний діапазон - він обмежений 22 кГц, і тому не може бути використаний для вивчення тонкої структури акустичних сигналів дельфінів. Однак цей прилад, попередньо синхронізований зі стаціонарною широкосмуговою системою запису, можна використовувати для збереження акустичних міток, що дозволить визначити дельфіна-продуцента сигналів, адже більшість сигналів має спектри, які частково або повністю потрапляють у частотний діапазон 22 кГц. Сам О.В. Агафонов вважає, що по аналогії із людиною природа для економії використовує у дельфінів лише нижню частину діапазону їх слуху [6]. Але це твердження потребує більш глибокого обґрунтування ніж проведення аналогії із людиною, тому прилад О.В. Агафопова, який насправді є фільтром низьких частот для сигналів дельфінів, верифіковано можна використовувати лише як мітчик цих сигналів.

Очевидно, що для вивчення тонкої структури сигналів необхідно проводити запис в динамічному і частотному діапазоні, якій відповідає повному сигналові дельфіна. Але цього не було зроблено у попередніх дослідженнях. На це звернув увагу В.О. Рябов з Карадазького заповідника НАН України, одним з перших зробивши серію адекватних записів акустичних сигналів пари дельфінів афалін. У цих записах відразу виявилися невідомі структурні елементи системи комунікації афалін і тому роботу В.О. Рябова можна вважати революційною[3]. У той же час методика В.О. Рябова у застосуванні до подальших досліджень має істотний недолік – запис може бути проведений тільки в моменти відпочинку тварин, коли вони перебувають в квазістаціонарному положенні між двома гідрофонами, що дозволяє при аналізі запису визначити продуцента сигналу. У даних умовах очевидна неможливість досліджувати зміну репертуару акустичної сигналізації в залежності від контексту ситуації, що припускає рухову активність дельфінів.

Виклад основного матеріалу. Півстоліття безплідних досліджень проблеми SETI (Search for extraterrestrial intelligence) були присвячені пошуку у

космосі проявів техногенних цивілізацій, подібних до нашої. Стільки ж часу було витрачено на дослідження комунікації дельфінів з також досить невеликими результатами. Ще в 1975р. на Зеленчукському семінарі з SETI І.С. Шкловський виступив з концепцією унікальності людської цивілізації, де стверджував, що те, що ми називаємо розумом, є тупиковим еволюційним пристосуванням виду *Homo Sapiens* і ніде більше у Всесвіті не зустрічається [16]. Розум за типом людського знищує біосферу швидше, ніж встигає вийти за межі своєї планети і вступити в Контакт із іншою цивілізацією, саме тому космос «мовчить». В той же час можуть існувати такі форми розумного життя, які людині досить складно ідентифікувати як розумні [9]. Досить ймовірно, що дельфіни відносяться саме до таких форм життя [8].

Згідно із вченням Ч. Дарвіна людський розум виник в процесі праці і створення знарядь праці. Експансія людини на світанку історії за межі початкового ареалу, зони екваторіальних субтропічних лісів Африки, у зв'язку зі складними умовами нового зовнішнього середовища сприяла праці «в поті чола свого». Це знайшло відображення в міфі про вигнання з Раю, який стверджує, що наші далекі предки були змушені покинути благодатні місця під зовнішнім впливом обоженної і персоніфікованої вищої Сили, яка прогнівалася на людину за те, що в ній пробудився розум після куштування забороненого плоду. Американській дослідник Т. Маккена вважає, що тим плодом було не яблуко, а якась психотропна мутагенна рослина чи гриб [10]. Але у всякому разі міф говорить про те, що розум виник перш, ніж людина покинула свій висхідний ареал і була змушена зайнятися створенням і використанням знарядь праці. Це призводить до гіпотези про можливість нетрудового походження високорозвиненої психіки, яку висунув В.Г. Панов [12].

Прикладом цього феномену є дельфіни, які за ступенем складності мозку і психіки не поступаються вищим антропоїдам, проте їх тілесна організація не дає підстав припустити, що вони можуть в природних умовах використовувати в якості знарядь праці дані природою предмети. Якісь внутрішні закономірності розвитку детермінували формування великого складного мозку і вищих психічних функцій дельфінів. Дарвінівська теорія природного відбору, говорячи про провідну роль пристосування живих організмів до зовнішнього середовища, вказує на зовнішню зумовленість видоутворення і поведінки. Це, однак, не виключає наявності внутрішніх закономірностей розвитку, детермінуючи життєдіяльність ще й зсередини [12].

Крім високорозвинених психічних здібностей, дельфіни, які мають спільного предка із козою та бегемотом, володіють цілим арсеналом дивовижних еволюційних пристосувань до водного середовища існування, які забезпечують ехолокацію, однаково добрий зір у водному і повітряному середовищі, за рахунок ефекту Грея вони можуть пливати в сім разів швидше, ніж це дозволяє їх мускульна сила. Людина для подібної адаптації до свого середовища існування пішла шляхом створення технічних засобів. Настільки різний підхід до вирішення однієї і тієї ж проблеми породжує гіпотезу про те, що дельфіни навчилися керувати власною еволюцією. Людство лише зараз підійшло до можливості змінювати геном людини за допомогою генної інженерії, що, при

масовому застосуванні, може перетворити в майбутньому людину на іншу істоту. Якщо припустити, що дельфіни можуть якимось чином впливати на мутації усередині своєї популяції, то роблять вони це якимось невідомим нам чином.

Можливо припустити, що дельфіни навчилися використовувати синхронію, на яку свого часу звернув увагу Карл Юнг [17]. Для людства це явище мало особливе значення на початку його існування, коли людину ще не захищали пристосування, отримані в результаті науково-технічного прогресу. В архаїчних спільнотах й досі шамани якимось чином підпорядковують собі випадкові з нашої точки зору явища і збіги, наприклад, гадання чи визивання дощу чи блискавки. Для природної поведінки дельфінів властива схильність до синхронної поведінки, наприклад, до синхронних стрибків, синхронного плавання чи викидання на берег у акті масового самогубства. Можна висунути гіпотезу, що синхронія в психіці дельфінів займає настільки ж важливе місце, як у психіці людини займають логічні причинно-наслідкові зв'язки. В той же час відомо, що дельфіни легко замінюють одну півкулю мозку іншою під час сну, який в них завжди є однопівкульним [13]. Отже мозок дельфіна не має помітної функціональної асиметрії і кожна його півкуля працює за правопівкульним алгоритмом обробки інформації. Колись й люди зберігали основну інформацію, яка була потрібна колективу, у правопівкульній пам'яті у вигляді ритмізованих міфів та пісень, що втілювалося у пісенній структурі, на зразок пісень сучасних мавп гібонів[14]. Звідси випливає необхідність застосування методів синергетики до дослідження комунікації та поведінки дельфінів в цілому, бо їх рефлексія функціонує на іншому, колективному рівні, якій, як і у спільнотах первісних людей, має квантовий зв'язок із реальністю.

У той же час відомо, що дельфіни володіють складною системою комунікації, яка з часів Д. Бастіана і Д. Ліллі є об'єктом досліджень [1,8]. Сучасна апаратура дає нові можливості до реєстрації та аналізу акустичної сигналізації дельфінів. Так, нещодавно виявлені В.О. Рябовим імпульсні сигнали можуть бути основою системи комунікації дельфінів [3]. У той же час, завдяки дослідженням Д. Рейсс і Л. Марино вже більше десяти років відомо, що дельфін афаліна (*Tursiops truncatus*) впізнає себе у дзеркалі, тобто ототожнює самого себе і відокремлює від навколишнього світу [2]. Тоді згідно моделі Ю.Л. Шередекі можна вважати дельфіна суб'єктом, що володіє тими ж структурними елементами, що і людина - рефлексією, свідомістю, ототожненням [15]. При цьому їх взаємодія і зміст можуть різко відрізнятися від людських, що й обумовлює наявні складності в інтерпретації комунікації і дій дельфінів.

Як відомо, генетичною основою міри здатності до комунікації є ген FoxP2, який є досить стійким до мутацій. За 75 мільйонів років, які пройшли у еволюційному розвитку від загального предка миша та шимпанзе, у цьому гені змінилася лише одна амінокислота, й це дало можливість шимпанзе оволодіти мовою глухонімих. В той же час, людину від миші у цьому гені вже відрізняє дві амінокислоти, чим можна пояснити здатність людини до вокального навчання [14]. Взагалі відомо, що серед ссавців лише люди, кажани,

кити та дельфіни здатні на вокальне навчання. Але в той же час відомо, що у китоподібних, шимпанзе та людини немає загальних амінокислотних замін в гені FoxP2. Людина має у порівнянні із предком, загальним із мишею, дві замінені амінокислоти, які обумовили нашу здатність до звукового мовлення, а кити та дельфіни мають вже три амінокислотних заміни, при тому що їх найближчий родич на еволюційному дереві бегемот у цьому аспекті збігається із мишею. Примітно, що заміщена у людини амінокислота у гені FoxP2 знаходиться в оточенні двох замін в китів і дельфінів [4]. Отже, генетика дає деякі підстави для пояснення чому вокальна сигналізація дельфінів є складнішою за людську.

Щоб перейти від гіпотези про особливе значення синхронії для дельфінів до її доказу або спростування, необхідно більш ґрунтовно дослідити чимало особливостей їх поведінки та комунікації. Розшифровка «мови» дельфінів на даний момент знаходиться на рівні розшифровки єгипетських ієрогліфів до Наполеона, похід якого в Єгипет призвів до знахідки розетського каменя. Ми не знаємо, що перед нами, можливо комунікаційна система дельфінів на порядок складніша за людську і, з огляду на це, обрізання динамічного та частотного діапазонів акустичних сигналів дельфінів є неприпустимим. Після багатьох років досліджень стало очевидно, наскільки безрезультатне просте спостереження за випадковою поведінкою дельфінів, навіть з аудіо та відео реєстрацією. Це можна пояснити як складним характером поведінки та комунікації, так і складними індивідуальними особливостями кожного дельфіна як суб'єкта комунікативної взаємодії. Тому експериментатор сам має задавати поведінку дельфінів з передачею інформації від однієї тварини до іншої, це дасть можливість отримати чіткі аудіо – етологічні кореляції. Очевидно, що для цього необхідно відокремлювати сигнали одного дельфіна від сигналів іншого, інакше будь-які інтерпретації будуть подібні поясненню поведінки натовпу на базарі на підставі запису її гомону.

Метод дослідження, що пропонується, полягає в одночасному застосуванні мініатюрного реєстратора акустичних міток, який кріпиться до тіла дельфіна, і стаціонарної системи підводного запису, акустична підсистема якої має конфігурацію, відповідну акустичним особливостям басейну і має частотний і динамічний діапазон, відповідний частотним і динамічним характеристикам сигналів дельфінів. Новизна пропонованого методу полягає в можливості дослідження акустичних сигналів дельфінів, що переміщуються в просторі басейну з виділенням продуцента цих сигналів.

Можливі також модифікації методу, що включають виключно:

- мініатюрний реєстратор індивідуального репертуару;
- стаціонарну систему підводного запису.

У першому випадку в гермоблоке замість стандартного диктофона слід помістити пристрій, що охоплює повний частотний і динамічний діапазон сигналів дельфіна. Цей пристрій може бути реалізовано на базі аналого-цифрового перетворювача (АЦП), оперативного запам'ятовуючого пристрою (ОЗП) і найпростішого мікропроцесора, який перетворював би для запису на

ОЗП цифрований вхідний акустичний сигнал, що надходить з АЦП, в певний цифровий звуковий формат, наприклад .wav, .amr або .mp3.

На думку кандидата технічних наук В.Г. Ціпоренко з Житомира створення керуючої програми для такого пристрою являє собою більшу складність, ніж його фізична реалізація.

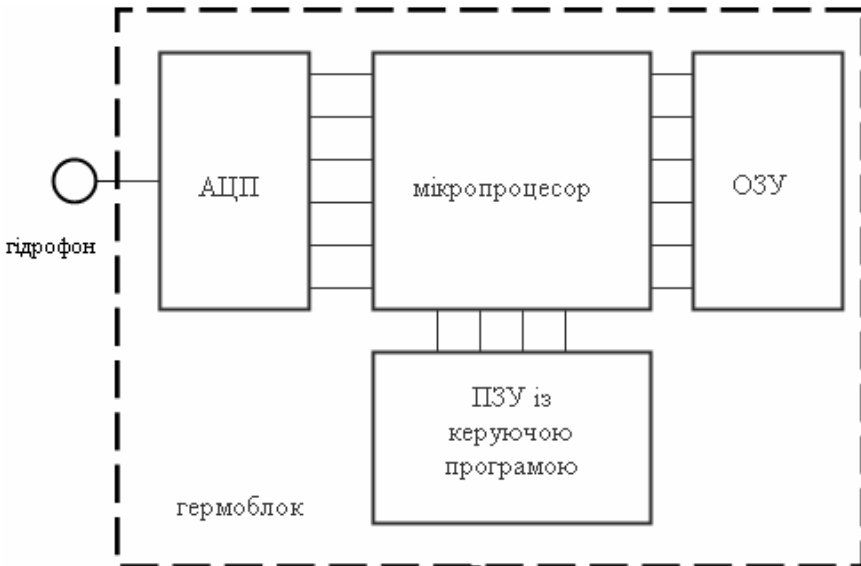


Рис. 1. Функціональна схема мініатюрного реєстратора індивідуального репертуару дельфіна.

У випадку використання тільки стаціонарної системи підводного запису необхідно забезпечити квазістаціонарність одного дельфіна відносно до гідрофону, що можна реалізувати у невеликому відсадному басейні, який є пов'язаним акустичним підводним каналом із великим басейном. Експеримент слід побудувати таким чином, щоб перший, квазінерухомий дельфін, передавав би другому дельфінові інформацію, що задається експериментатором. Поведінка другого дельфіна, з'єданого з першим лише акустичним каналом, сигналізує про вірність розуміння поданої команди. Експеримент планується провести у Карадазькому та Коктебельському дельфінаріях за участю професійних тренерів дельфінів, які мають навчити одного дельфіна передавати команди по акустичному каналу, не виконуючи їх, а другого дельфіна навчити виконувати команди, подані не людиною, а іншим дельфіном. Це потребує спеціального поетапного тренування дельфінів.

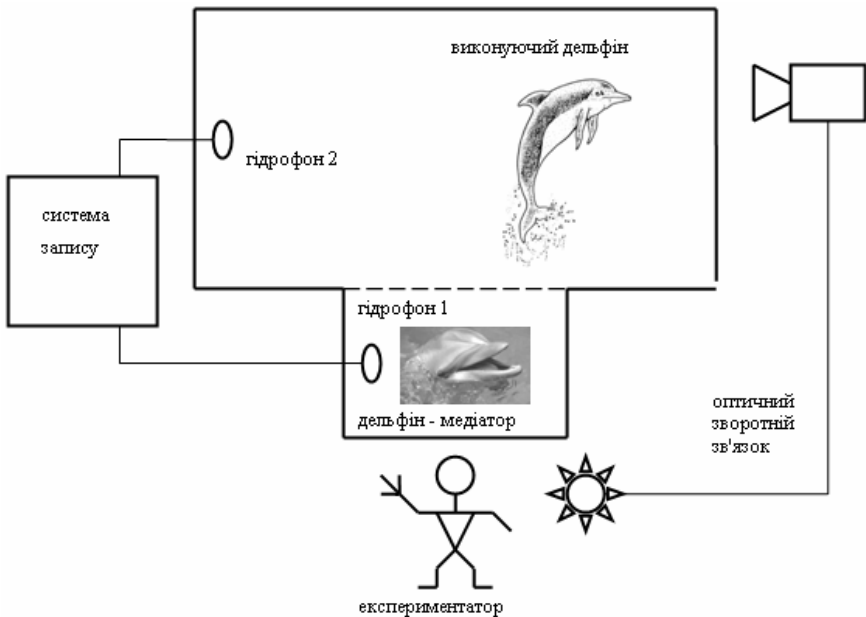


Рис. 2. *Схема експерименту із використанням лише стаціонарної системи підводного запису.*

Вперше таке поетапне тренування дельфінів з метою дослідження їх комунікації використав Джарвіс Бастіан [1]. Застосувавши методу оперантного навчання, Бастіан хотів з'ясувати, чи може один дельфін, спостерігаючи за умовними оптичними сигналами, повідомити за допомогою акустичних сигналів іншому дельфінові, візуально від нього ізольованому, який з двох маніпуляторів слід натиснути, щоб обоє отримали харчове заохочення. У досвіді брали участь дві афаліни – самка і самець, які були навчені натискати на лівий або правий важіль залежно від того, який умовний сигнал включався (миготливе світло або безперервне).

На першому етапі дельфінів навчали в різних відсіках басейну, розділених сіткою, крізь яку дельфіни могли бачити і один одного, і сигнальні лампи, що знаходяться у відсіку самки. У відсіку самця над важелями поміщалися лише одна лампа, включення якої служило сигналом початку експерименту. Коли у обох дельфінів був вироблений умовний рефлекс, їх розділили перегородкою, через яку вони не бачили один одного, але акустичний зв'язок між ними зберігався. Самець міг знати про початок експерименту по включенню лампи в його відсіку, а умовні сигнали (що вказують лівий або правий важіль слід натискати) включалися тільки у відсіку самиці. Незважаючи на те, що самець не бачив сигнальних ламп, він вірно (у 90% випадків) натискав важелі

відповідно до того сигналу, який подавався самиці. Заміна сигнального значення умовних подразників на протилежні показала, що і в цьому випадку самець вірно натискав на важіль. Тільки після введення звуко- і світлопроникної перегородки самець став випадково натискати на важелі[1].

У експерименті, що планується, замість двох режимів горіння лампи пропонується множина жестових сигналів, яка обумовлює множину відповідних дій, що має дати можливість скласти деякий «словник». Тому у нашому випадку завдання є більш складним, ніж в досліді Д. Бастіана. На першому етапі дельфінів потрібно тренувати разом виконувати різні трюки, а на третьому етапі зробити так, щоб один дельфін припинив би виконання трюків, а перетворився б на медіатора, а другий продовжував би виконувати трюки, але вже не за командою людини, а лише на основі отриманої від першого дельфіна інформації. Тому на другому етапі слід підкріплювати рибою зростання звукової та зниження рухової активності першого дельфіна, якого слід на другому етапі перевести до невеличкого відсадного басейну. Другого ж дельфіна слід підкріплювати рибою при зростанні рухової активності у відповідь на любі акустичні сигнали першого дельфіна, при цьому його власна акустична активність не важлива.

Література

1. Bastian J. The transmission of arbitrary environmental information between bottlenose dolphins / J. Bastian // *Animal sonar systems*; ed. Busnel R.G.– 1966. – vol. 2. *Biology and Bionics*. – P. 803 -873. – (Laboratoire de Physiologie Acoustique, Jouy-en-Josas, France).
2. Reiss D. Mirror self-recognition in the bottlenose dolphin: a case of cognitive convergence / D. Reiss, L. Marino // *Proceeding of the National Academy of Science of USA*. - 2001. – № 98(10). - P. 5937 - 5942.
3. Ryabov V. Some Aspects of Analysis of Dolphins' Acoustic Signals [doi:10.4236/oja.2011.12006] / V. Ryabov // *Open Journal of Acoustics*. – Електронні дані. – Published Online September 2011. – №1. – С. 41 - 54. – Режим доступу: <http://www.SciRP.Org/journal/OJA>. – Назва з екрану.
4. Webb D. M. FoxP2 in Song-Learning Birds and Vocal-Learning Mammals [Електронні дані] / D.M. Webb, J. Zhang. – Режим доступу: <http://jhered.oxfordjournals.org/content/96/3/212.full>. – Назва з екрану.
5. Агафонов А.В. Индивидуальный репертуар тональных (свистовых) сигналов афалин (*Tursiops truncatus*), содержащихся в дельфинарии в условиях относительной изоляции / А.В. Агафонов, Е.М. Панова // *Известия РАН*. – М., 2012. - №5. Серия биологическая. – С. 509 - 520.
6. Агафонов А.В. Автономное устройство для регистрации акустических сигналов с поверхности тела дельфина / А.В. Агафонов и другие // *Морские млекопитающие Голарктики*. – М.: КМК, 2012. – С. 23-27. - (Сборник научных трудов по материалам седьмой международной конференции в Суздали 24 - 28 сентября 2012).

7. Колдуэлл Д. Мир бутылконосого дельфина / Д. Колдуэлл, М. Колдуэлл; пер. с англ. – Л.: Гидрометеоздат, 1980. – 136 с.
8. Лилли Дж. Человек и дельфин / Дж. Лилли; пер. с англ. – М.: Мир, 1965. – 160 с.
9. Маккенна Т. Истые галлюцинации / Т. Маккенна; пер. с англ. – М.: Издательство Трансперсонального Института, 1996. – 290 с.
10. Маккенна Т. Пища богов / Т. Маккенна; пер. с англ. – М.: Издательство Трансперсонального института, 1995. – 379 с.
11. Марков В.И. Структурная организация коммуникативной системы афалины/ В.И. Марков //Морские млекопитающие. – М., 1978. – С. 216-218. – (Тезисы докладов седьмого Всесоюзного совещания в Симферополе 20 - 23 сентября 1978).
12. Панов В.Г. Эмоции. Мифы. Разум / В.Г. Панов. - М.: Высшая школа, 1992. – 252 с.
13. Поведенческие аспекты сна у детенышей дельфинов-афалин (*Tursiops truncatus*) и их матерей / Ю.П. Прясллова [и другие] // Морские млекопитающие Голарктики. – М.: КМК, 2006. – С.431-434. - (Сборник научных трудов по материалам четвертой международной конференции в Санкт-Петербурге 10-14 сентября 2006).
14. Разумное поведение и язык / А.Д. Кошелев, Т.В. Черниговская; состав. – М.: Языки славянских культур, 2008. – 416 с. – (Выпуск I. Коммуникативные системы животных и язык человека. Проблема происхождения языка).
15. Шередеко Ю.Л. Структурная модель семантического пространства субъекта / Ю.Л. Шередеко // Математика и психология в педагогической системе "технический университет". – Одесса.: ОГПУ, 1996. - С.37-38. - (Сборник статей I Международной научно – практической конференции).
16. Шкловский И.С. Вселенная, жизнь, разум / И. С. Шкловский. – М.: Наука, 1980. — 352 с.
17. Юнг К.Г. Синхрония. – М.:Рефл-бук, 2003.– 320 с.

В статье выдвигается гипотеза об особом значении для дельфинов явления синхронии и предлагается несколько модификаций метода исследования их коммуникации с выделением продуцента сигналов.

Ключевые слова: дельфин, коммуникация, синхрония, метод.

The article proposes a hypothesis about a special significance for the dolphins the phenomenon of synchronicity. Also the article suggests several modifications of the investigation of dolphin's communication with define of producer of signals.

Keywords: dolphin, communication, synchronicity, method.

El artículo propone una hipótesis sobre un significado especial para los delfines el fenómeno de la sincronicidad. También el artículo propone algunas modificaciones de la investigación de comunicación de los delfines con definir de productor de señales.

Palabras clave: el delfin, la comunicación, la sincronicidad, el método.