СОВРЕМЕННЫЙ ОПЫТ МИНИМИЗАЦИЯ НЕГАТИВНОГО АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА МОРСКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОЙ ВИДИМОСТИ.

Удовик Дмитрий Александрович [1,2], ***Удовик Евгения Вахтанговна*** [2, 3], ***Глазов Дмитрий Михайлович*** [1,2]

1 Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Москва

2 РОО «Совет по морским млекопитающим», Москва

3 Центр морских исследований МГУ им. М.В. Ломоносова

На сегодняшний день во многих странах при осуществлении большинства видов хозяйственной деятельности в прибрежной зоне и в открытом море используются специализированные методики минимизации негативного антропогенного воздействия на морских млекопитающих. Основой их применения служит определение зоны воздействия той или иной хозяйственной деятельности и визуальном контроле выделенной акватории. Во время осмотра специалисты по морским млекопитающим должны обнаружить морских животных в контролируемой зоне, и в случае обнаружения, предпринять все возможные действия, чтобы минимизировать негативное воздействие на них посредством специальных мер: снижение мощности или полное выключение забортного оборудования, маневрирование или полная остановка судов и т.д., и т.п. [3,4,5,10,11,13]. Во многих районах, в пределах российских вод часто складываются особые гидрометеорологические условия, которые накладывают определённые ограничения на применение методов визуального мониторинга: частые туманы, длинная полярная ночь в высоких широтах и сильное волнение и т.п.

Все меры минимизации можно условно разделить на два типа: *меры реагирования* и *превентивные меры* минимизации воздействия. Меры реагирования служат для снижения реального воздействия на морских млекопитающих, находящихся в непосредственной близости от источника воздействия. К таким мерам относятся, например, полное отключение источников в случае наблюдения животного в зоне риска (зона, в которой воздействие носит физический характер, и воздействие может иметь негативный эффект на здоровье или жизнь животного) [2,5,8]. Превентивные меры служат для минимизации потенциального негативного физического воздействия на морских млекопитающих в случае предположительного нахождения их в зоне воздействия. К таким мерам относятся, во-первых, процедура «Тихий старт» («Soft start»), заключающаяся в плавном наращивании частоты импульсов, мощности или оборотов используемого оборудования. Во-вторых, процедура использования «Сигнального источника» («Mitigation gun»), которая заключается в использовании самого маломощного акустического источника в перерывах между работой основных источников в условиях ограниченной видимости, когда визуальный осмотр контролируемой акватории не возможен. В случае ограниченной видимости, когда не могут быть применены методы визуального обнаружения морских млекопитающих, во многих странах применяются специализированные меры снижения негативного антропогенного воздействия на морских млекопитающих [1]. Подобные методы целиком относятся к *превентивным мерам,* и в первую очередь, необходимо отметить такой широко распространенный метод обнаружения морских млекопитающих по их вокализации, как Passive Acoustic Monitoring (PAM – пассивный акустический мониторинг). Посредством пассивного акустического мониторинга можно получать не только уровни шумовых воздействий при осуществлении морских операций, но и, в зависимости от сложности оборудования и программного обеспечения, получать различную информацию – начиная от простого акустического обнаружения морских млекопитающих, направления движения, расстояния от особи до источника воздействия и заканчивая идентификацией видов по вокализации [1,9]. Однако данный метод имеет свои ограничения, обнаружение морских млекопитающих возможно лишь в случае, когда особи акустически активны. Также, в некоторых случая, посредством PAM невозможна идентификация до вида, а применение мер минимизации, в отдельных случаях, основывается на охранном статусе животных. Модели вокализации некоторых видов отличаются достаточно сильно (например, горбатого кита (*Megaptera novaeangliae*) и кашалота (*Physeter macrocephalus*)), и это значительно упрощает идентификацию. Однако в некоторых

случаях, например, для зубатых китов, возможности PAM позволяют обнаружить свисты дельфинов, но не позволяют определить, принадлежит этот свист афалине (*Tursiops SPP.*) или обыкновенному дельфину (*Delphinus SPP.*). Использование PAM при хозяйственном освоении акватории в прикладной части для минимизации воздействия, когда достаточно лишь обнаружить морское млекопитающие и определить дистанцию до источника воздействия, показал себя достаточно эффективно [9]. Например, в 2010 году посредством массива гидрофонов, вовремя 3-D сейсмической геологоразведки компании Statoil в Чукотском море, гренландские киты регистрировались на расстоянии до 7,5 км [7]. Также можно отметить положительные тенденции в развитии автоматических модулей распознавания видов по акустическим сигналам, к примеру, при сейсмической съемке компании Chevron North Sea Ltd., в шельфовых акваториях Великобритании, за 19 дней акустического мониторинга было зарегистрировано 24 встречи, 21 регистрация характеризуется точной идентификацией до вида, что подтверждается данными визуального мониторинга [9]. Эффективность PAM, как метода минимизации воздействия на морских млекопитающих отражает современное состояние нормативных актов, требующих или рекомендующих использование пассивного акустического мониторинга (PAM) для обнаружения в режиме реального времени и локализации морских млекопитающих при проведении хозяйственной деятельности на шельфе. В настоящее время стандарты, требующие PAM, существуют в Канаде и Новой Зеландии, США и Австралии, разрабатываются стандарты в Тринидаде Тобаго и Бразилии. В рамках разработки арктических проектов в США формируются стандарты по применению PAM в Арктических водах, так как по крайней мере один государственный документ требует его применения при хозяйственном освоении – Marine Mammal Protection Act (MMPA – акт защиты морских млекопитающих) [13].

Для обнаружения морских млекопитающих в условиях ограниченной видимости, сейчас все чаще и чаще обращаются в сторону высокочастотных сонаров и гидролокаторов, как с целью минимизации воздействия на отдельные виды (например, на Клюворыловых китов (*Ziphiidae*)), так и с целью минимизации воздействия при использовании более опасных сонаров, работающих на низких частотах. Например, при использовании Буксируемого массива низкочастотных сонаров (SURTASS LFA – Surveillance Towed Array Sensor System Low Frequency Active), работающих на частоте от 100 до 500 Гц, для обнаружения морских млекопитающих используется высоко частотный сонар HF/M3, работающий на частоте 30-40 кГц позволяющий преждевременно обнаруживать морских млекопитающих на расстоянии до 2000 м и на глубине до 300 м, и применять меры минимизации, вплоть до полного отключения низкочастотных LFA-модулей основной системы. Посредством многочисленных экспериментов и тестов в полевых условиях, данная система зарекомендовала себя, как прекрасный способ обнаружения морских млекопитающих разных размеров, и как следствие принятия своевременных мер по минимизации негативного воздействия низкочастотного сонара [12].

Для обнаружения морских млекопитающих на поверхности акваторий в темное время суток и /или при плохой видимости используются инфракрасные камеры (далее – ИК). Использование технологии ИК позволяет не только обнаруживать морских млекопитающих в случае ограниченной видимости, но и совершенствует обнаружение и регистрацию в целом, за счет использования автоматизированных алгоритмов обнаружения. В течение двух месяцев сейсмической съемки компании Statoil в Чукотском море на Аляске, была протестирована система ИК с панорамной съемкой на 360° вокруг судна. Частота обновления изображения 5 Гц (5 кадров в секунду). Посредством данной системы удалось зарегистрировать более 180 фонтанов крупных китов. Особи более мелких зубатых китов (Белокрылой морской свиньи (*Phocoenoides dalli*)) были обнаружены на расстоянии нескольких сотен метров, в то время как фонтаны и части тел усатых китов были замечены на расстоянии до 7 км. Комплекс ИК регистрировал большинство моржей на расстоянии 1 км от судна (максимальное расстояние обнаружения – 1,5 км) [14].

Помимо перечисленных методов, существуют превентивные меры минимизации, направленные на снижение потенциального негативного шумового антропогенного воздействия, путем ограничения распространения шумового загрязнения в морской среде – «пузырьковые экраны» («Bubble screen»). Посредством пустотелых конструкций, в которые нагнетается воздух, выпускаемый в водную среду через систему отверстий в этих конструкциях, вокруг источника воздействия формируется «занавес» из пузырьков воздуха, который значительно задерживает

распространение звука в водной среде и является физическим барьером для морских млекопитающих [1,3,5]. Подобные конструкции широко применяются в США, многих странах Европейского содружества (Финляндии, Швеции, Норвегии, Дании и т.д.), Канаде и многих других. Метод использования пузырьковых экранов зарекомендовал себя достаточно хорошо, однако имеет и свои недостатки: первый и главный недостаток, это возможность использования экранов только в случае статичных морских операций (сооружение конструкций на акваториях, забивка свай, дноуглубление и т.д.), помимо этого – снижение эффективности при сильных морских течениях, способных нарушать целостность экранов.

Эффективность вышеуказанных методов в арктических условиях все еще тестируется и проверяется посредством полевых исследований, однако уже сейчас используя различные методы в комбинации друг с другом, можно достигнуть значительных результатов в минимизации воздействия на морских млекопитающих при освоении и разведке Арктических шельфовых акваторий.

По имеющимся у нас данным, указанные меры не нашли еще широкого применения в России. На данный момент из вышеперечисленных методов минимизации воздействия в условиях ограниченной видимости применяются только два. В рамках работ компании «Сахалин Энерджи Инвестмент Лтд.» на Сахалине ограничено применяется пассивный акустический мониторинг. Однако в остальном, при осуществлении различных проектов разведки и освоения морских нефтегазоносных бассейнов на шельфе русского сектора Арктики, в условиях ограниченной видимости применяется только процедура «сигнальный источник». Основываясь на результатах полевых наблюдений эффективность последнего часто ставится под сомнение. В современных условиях разведки и освоения арктических нефтегазоносных бассейнов необходимо искать и внедрять новые методы минимизации воздействия на морских млекопитающих основываясь на целесообразности и эффективности их применения.

Список использованных источников:

1. Andrew J. Wright and Frances C. Robertson, New mitigation methods and evolving acoustic exposure guidelines, ECS SPECIAL PUBLICATION SERIES №59 October 2015
2. B.L. Southall, A.E. Bowles, W.T. Ellison, J.J. Finneran, R.L. Gentry, C.R.J. Greene, D. Kastak, D.R. Ketten, J.H., Miller, P.E. Nachtigall, W.J. Richardson, J.A. Thomas and P.L. Tyack, “Marine mammal noise exposure criteria: Initial scientific recommendations”, Aquatic Mammals 33(4), 411-521 (2007).
3. C.R. Weir and S.J. Dolman, “Comparative review of the Regional Marine Mammal Mitigation Guidelines implemented during industrial seismic surveys, and guidance towards a worldwide standard”, Journal of International Wildlife Law & Policy 10, 1-27 (2007)
4. C. Erbe, International regulation of underwater noise, Acoustics Australia, 12 - Vol. 41, No. 1, April 2013
5. Coram A., Gordon J., Thompson D. and Northridge S, Evaluating and assessing the relative effectiveness of non-lethal measures, including Acoustic Deterrent Devices, on marine mammals. Scottish Government 2014
6. IUCN Western Gray Whale Advisory Panel / доступно по ссылке - http://www.iucn.org/wgwap/
7. McPherson, C., Martin, B, and D. Hannay, Passive Acoustic Monitoring Buring Statoil’s 2010 Chukchi Sea Seismic Survey, Analysis Report. JASCO Document 00357. Technical report by JASCO Applied Sciences for Statoil USA E&P 2012.
8. Mr. P. Holden (BSc., MMO, PAM), Dr. J. Bluemel (PhD, BSc.), Ms. G. Gendron (BSc.), Mr A. Pothin & Dr. D. Rowat (PhD, BSc.), 2013, MMO/PAM Recommendation Report
9. Mumford. S.E, Clark. N.M & Robinson. N.E, Practical Use of Passive Acoustic Monitoring Systems for Marine Mammal Mitigation. Case Study: Using PAMS Onboard a Chase Vessel. Poster Presentation, Underwater Noise, 14-15th October 2008.
10. OSPAR Commission, Overview of the impacts of anthropogenic underwater sound in the marine environment, OSPAR Report No. 441, London, UK, 2009
11. R. Compton, L. Goodwin, R. Handy and V. Abbott, A critical examination of worldwide guidelines for minimizing the disturbance to marine mammals during seismic surveys, Marine Policy 32(3), 255-262 (2008)

12. Stein, P. et al, High frequency marine mammal mitigation active sonar system OCEANS, 2001. MTS/IEEE Conference and Exhibition 1388-1391 vol.3, 0-933957-28-9, Honolulu, HI 2001
13. The Marine Mammal Protection Act of 1972, as amended 2007, Compiled and annotated by the Marine Mammal Commission 4340 East-West Highway Bethesda, MD 20814 Updated for 2004 and 2007 Amendments by NOAA's National Marine Fisheries Service 1315 East-West Highway Silver Spring, MD 20910
14. Weissenberger, J. , Blees, M. , Christensen, J. , Hartin , K. , Ireland, D. and Zitterbart, D. P. (2011): Monitoring for marine mammals in Alaska using a 360° infrared camera system , 19th Biennial Conference, Sociey of Marine Mammalogy, Tampa, FL, USA, 9 December 2011 - 13 December 2011.