

Экспериментальное исследование

Норвегия

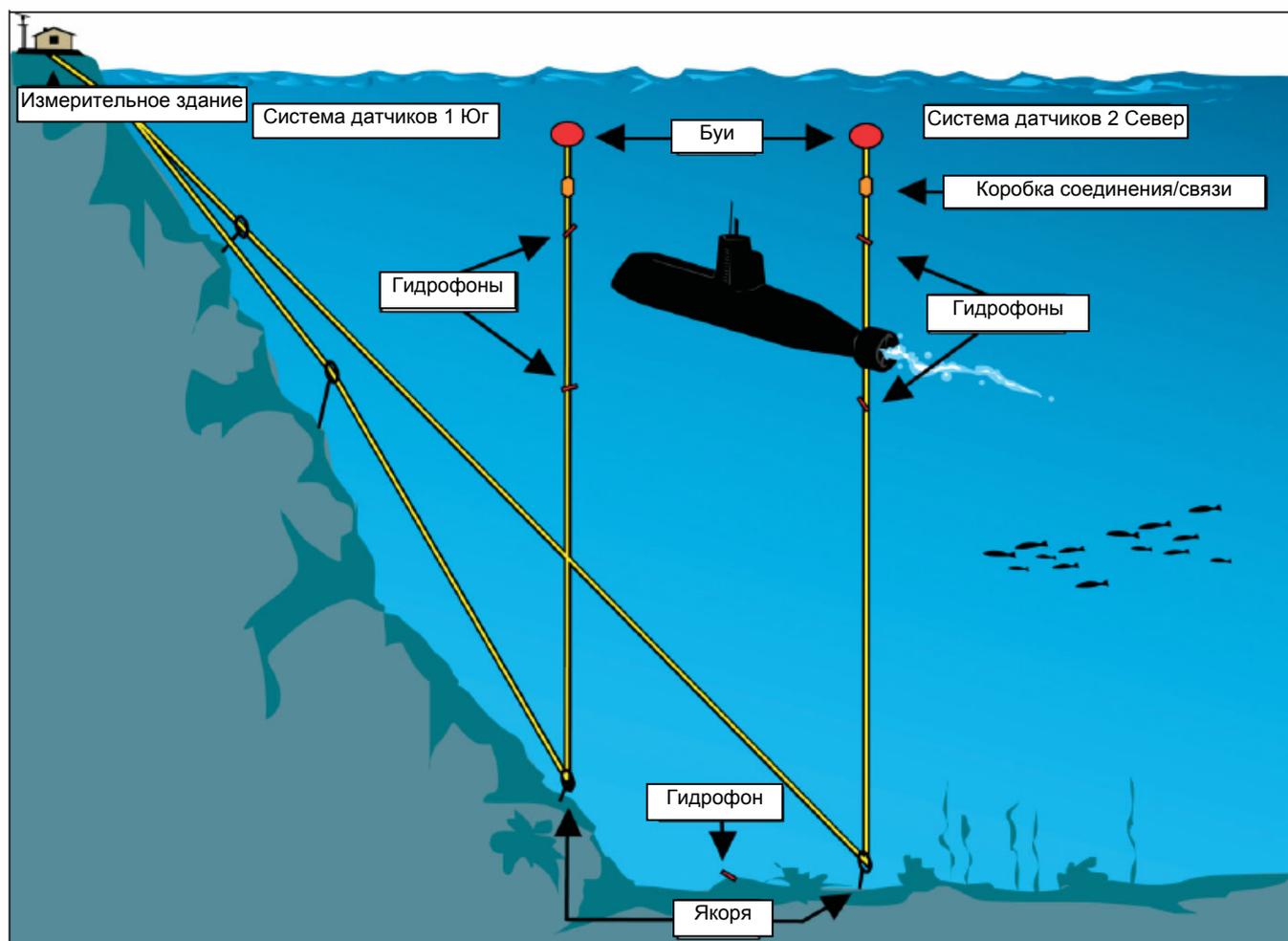
Министерство обороны

Королевский военно-морской флот Норвегии
Подводное акустическое измерение шума судов

Подводная акустика, PULSE™

Акустический полигон в Хеггернес (Heggernes) под Бергеном используется для измерения шумов всех типов судов НАТО. Также проверяются некоторые гражданские суда. Этот полигон, работа которого началась в 1994г., является одним из немногих в мире и управляется совместно Норвегией, Нидерландами и Германией.

Оборудование, используемое для испытаний, должно быть абсолютно точным и надежным, поэтому была выбрана продукция "Брюль и Кьер" за ее точность, простоту использования и надежность. На акустическом полигоне применяется целый ряд изделий "Брюль и Кьер", включая мультианализатор PULSE™, другие типы анализаторов, специализированное программное обеспечение, усилители мощности и согласующие усилители, измерители уровня шума и преобразователи.



История

В начале 1990х флоты Германии, Норвегии и Нидерландов заключили соглашение о кооперации для постройки подводного акустического полигона. По различным критериям было оценено несколько возможных мест расположения. Окончательно был выбран Хеггернес под Бергеном и станция начала работать в 1994г.

Работа

Командование тылового обеспечения Королевского военно-морского флота Норвегии несет общую ответственность за работу и техническое обслуживание полигона.

Рис.1

Контрольное здание подводного акустического полигона в Хеггернесе. Дальность радиолокационной системы 25 морских миль (46,3 км). Собираются также данные о погоде.



Норвегия также испытывает корабли Королевского датского и Королевского норвежского флотов. Нидерланды и Германия проводят испытания своих кораблей самостоятельно. Нидерланды отвечают за установку морской электроники и оптики (МЕОВ), техническая служба ВМС Германии (Wehrtechnische Dienststelle für Schiffe und Mainewaffen (WTD71)) отвечает за проведение испытаний немецких кораблей.

Каждой страной используются свои компьютеры со сменными жесткими дисками. Обработка результатов измерений для норвежских судов осуществляется в Хеггернесе, а данные по немецким и голландским кораблям обрабатываются в своих странах. Данные архивируются на магнитную ленту.

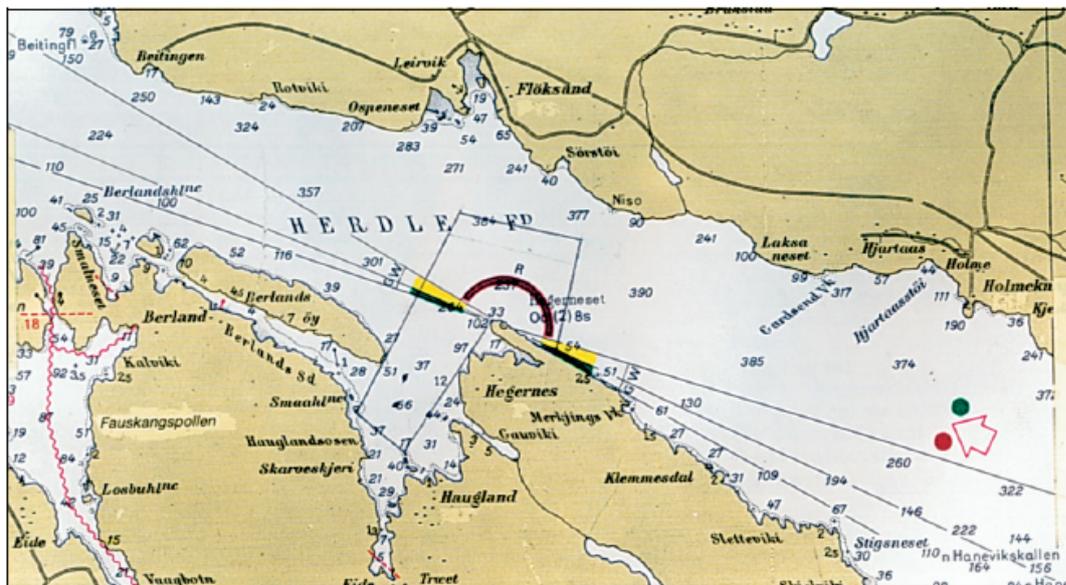
Морские суда других стран, а также некоторые гражданские корабли также испытываются на полигоне от случая к случаю. Это зависит от загрузки оборудования полигона и допуска в зону испытаний.

Ежегодно проводятся заседания комитета, в состав которого входят представители министерств обороны Германии, Нидерландов и Норвегии. Целью заседаний является установление основных направлений работы станции.

Акустические испытания

Рис.2

Схема района полигона. Большое количество гидрофонов размещено на динамическом и статическом полигонах



Целью акустических испытаний является измерение шума, создаваемого судами на различных скоростях. Акустическая сигнатура корабля очень важна для военных действий. Проводится измерение шума, например, после капитального ремонта, модернизации или установки нового оборудования с целью определения изменений в шуме корабля. Испытания новых кораблей проводятся для определения соответствия уровня шума техническим требованиям проекта, а также требованиям стандартов НАТО. Также важно проверить, что новые корабли одного класса имеют почти одинаковые акустические сигнатуры. В Хеггернесе проводятся как статические, так и динамические испытания кораблей.

Капитан-лейтенант Харальд Толо (Harald Tholo) из Королевского военно-морского флота Норвегии объясняет: "Глубина фиорда в 400 м дает нам большие преимущества. Меньше отражений от дна, и поэтому Хеггернес это идеальное место для нашей работы".

Статические испытания

Статические испытания проводятся при якорной стоянке судна между тремя буями на статическом полигоне. Два гидрофона (подводные акустические преобразователи) закреплены на дне моря (на глубине примерно 50 м от поверхности), по одному с каждой стороны судна. Глубина достаточна для прохождения подводной лодки в погруженном состоянии. Гидрофоны соединены со зданием полигона кабелями длиной 2000 м. Также установлена телефонная линия для голосовой связи с судном на якоре.

Для проведения испытаний на борту корабля по очереди запускаются все устройства (насосы, нагнетатели, вентиляторы, генераторы, кондиционеры и т.п.) и замеряется уровень производимого ими шума.

Динамические испытания

Динамические испытания проводятся с судном, следующим определенным курсом. Шум, создаваемый судном, анализируется при прохождении кораблем определенной точки на курсе, называемой "ближайшая точка подхода" (CPA). Используется пять гидрофонов. Один из них закреплен на дне моря, четыре - на берегах, их глубина под поверхностью регулируется при помощи гидравлической лебедки. Для надводных кораблей верхняя пара гидрофонов устанавливается на глубине около 20 м под поверхностью, а нижние гидрофоны – на глубине около 90 м. Гидрофоны соединены со зданием полигона кабелями длиной 1500 м.

Рис.3
Вид из окна
административного
здания! Паром M/S
Nordlys проходит
полигон Хеггернес.



Капитан-лейтенант Толо поясняет: "Соотношение сигнал-шум понижается, если гидрофоны расположены слишком далеко от источника шума, фоновый шум должен быть по крайней мере на 6 дБ слабее источника".

Хотя динамический полигон расположен в "общественных" водах, полиция и береговая охрана следят за тем, чтобы посторонние корабли не входили в район, пока идут испытания.

Важно то, что положение судна и какое-либо отклонение относительно позиций измерительных гидрофонов находятся в допустимых пределах, так что потеря энергии от судна до гидрофона может быть рассчитана при анализе. Поэтому должны устанавливаться поверхностные и подводные системы слежения, которые могут определить положение испытываемого судна в любой момент времени.

При помощи GPS (система глобального позиционирования) можно определить координаты судна с точностью до двух метров. Положение погруженной подводной лодки определяется гидролокатором. Голосовая связь с судном осуществляется при помощи защищенной цифровой линии радиосвязи или, для подводных лодок, при помощи подводного телефона. Эти системы делают возможным непрерывный контроль над положением судна на полигоне в любое время.

Высококвалифицированные эксперты

Рис.4

*Слева направо:
капитан-лейтенант
Харальд Толо, Къель
Йохансен, Эрлинг
Минд*



Постоянный персонал полигона в Хеггернесе обладает уникальным опытом и знаниями в области подводной акустики.

Капитан-лейтенант Харальд Толо имеет степень в гидроакустике. Он продолжает свое обучение в Королевской норвежской военно-морской академии и поступил на службу в ВМС в 1985г.

Къель Йохансен – инженер, специализирующийся в акустике и гидролокаторах. Он поступил на службу в Королевский военно-морской флот Норвегии в 1988г.

Эрлинг Минд – специалист по акустическим измерениям и поступил на службу во флоте в 1986г.

Оборудование

Рис.5

*Показана лишь
часть
впечатляющего
набора самого
современного
оборудования*

Здание полигона в Хеггернесе имеет большое количество оборудования "Брюль и Кьер", включая:

- 4-х канальный мультанализатор PULSE™
- Анализаторы тип 2131 и 2133
- Усилители мощности тип 2720
- Устройства записи уровня тип 2306 и 2307
- Усилитель считывания сигнала вибрации тип 2625
- Усилители заряда тип 2628 LF
- Усилители высокоточной обработки тип 2650
- Анализатор быстрого преобразования Фурье тип 2033
- Устройство выбора каналов тип 5619
- Измерители уровня звука



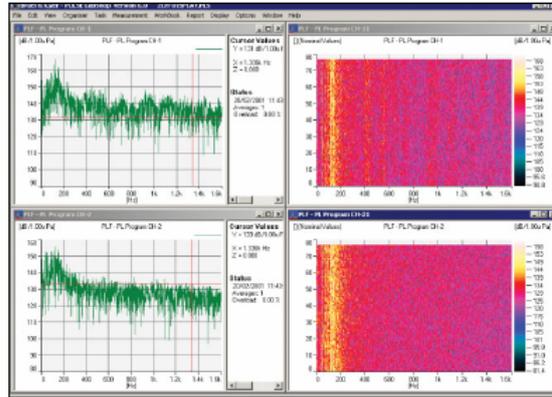
Гидрофоны "Брюль и Кьер" также используются на военно-морской базе Норвегии в Бергене. Как показано на рис.5, полигон в Хеггернесе может похвастаться большим количеством самого современного оборудования.

Глубина погружения гидрофонов контролируется гидрофонной системой SIMRAD.

Къель Йохансен говорит: "Нашей последней покупкой является двухвинтовое плавсредство длиной 31 фут для посещения испытываемых судов".

Измерения

Рис.6
Типовой дисплей PULSE™, показывающий графики 2-х канального быстрого преобразования Фурье и контурные построения.



Капитан-лейтенант Харальд Толо объясняет: "Мы следуем установленным в НАТО стандартам проведения акустических испытаний".

Къель Йохансен говорит: "Программное обеспечение PULSE™ было доработано под наши требования, и процесс сбора данных высоко автоматизирован. Проводится частотная коррекция для точной калибровки величин сигналов гидрофонов, а также расчет поправок на дальность".

Испытываемое судно обычно делает четыре прохода – два на восток и два на запад. Результаты четырех проходов коррелируются. Эти данные загружаются в систему PULSE™.

Къель продолжает: "Мы широко используем анализ при помощи быстрого преобразования Фурье, и все компьютеры работают под управлением Windows NT®". Эрлинг добавляет: "Мы калибруем кабели и предусилители до и после каждого испытания. При калибровке используются синусоидальные волны, а также белый и розовый шум". Он продолжает: "Мы калибруем гидрофоны только раз в год, так как наш опыт показывает, что их характеристики не выходят за пределы допустимых диапазонов".

Отчеты составляются в стандартном военном формате с использованием Microsoft® Word.

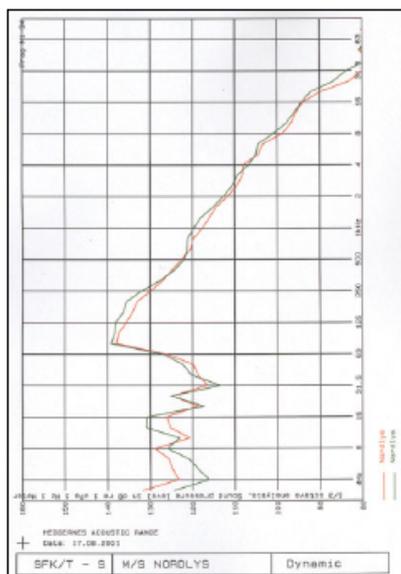
Точность

Капитан-лейтенант Харальд Толо объясняет: "Мы выбрали "Брюль и Кьер", поскольку их продукция обеспечивает высокую точность, проста в обращении и у компании прекрасная репутация. Мы получаем превосходную поддержку, обслуживание и обучение". Къель добавляет: "У нас часто возникает дискуссия с производителями кораблей, когда наши результаты не соответствуют требованиям проекта. Когда мы им сообщаем, что мы использовали аппаратуру "Брюль и Кьер", вопросов относительно точности данных больше не возникает".

Пример из практики

Рис.7

Графики показывают подводные акустические частоты, создаваемых двумя подводными винтами, на другой оси отложены уровни звукового давления в дБ.



Большая часть работы, выполняемой на полигоне в Хеггернесе секретна. Однако некоторые другие корабли проходят через полигон, и паром M/S Nordlys (11200 тонн, построен в 1994г.) частый гость. Чтобы проиллюстрировать один аспект применения подводной системы измерения шума, сигнатура носа корабля изучалась при помощи погруженных гидрофонов на динамическом полигоне и запитывала через усилители обработки сигнала два канала анализатора тип 2133. Программа считывает данные один раз в секунду и проводит осреднение спектра. После этого может быть построен график анализа 1/3 октавы, как показано на иллюстрации. На оси x графика показаны акустические частоты, полученные каждым из двух винтов корабля. Ось y показывает уровень звукового давления в децибеллах относительно 1 мкПа и проводится корректировка для полосы частот 1 Гц. Может быть сделана печатная копия графика, показывающего спектр как функцию уровня частоты, как на рис.7.

Ключевые факты

- В начале 1990х флоты Германии, Норвегии и Нидерландов заключили соглашение о кооперации для учреждения подводного акустического полигона
- Акустический полигон в Хеггернесе под Бергеном используется для измерения шумов от всех типов морских судов НАТО
- Акустические испытания проводятся для измерения шума, производимого судами на различных скоростях
- Постоянный персонал полигона в Хеггернесе это высококвалифицированная группа экспертов
- На акустическом полигоне применяется различное оборудование "Брюль и Кьер", включая PULSE™, другие мультианализаторы, настроенное под заказчика программное обеспечение, усилители мощности и согласующие усилители, измерители уровня шума и преобразователи
- Широко применяется быстрое преобразование Фурье
- Королевский военно-морской флот Норвегии выбрал "Брюль и Кьер", поскольку их продукция надежна, обеспечивает высокую точность, проста в обращении и у компании прекрасная репутация
- Королевский военно-морской флот Норвегии получает превосходную поддержку, обслуживание и обучение

04/09

BO 0487 - 12

Штабквартира: DK-2850 Nærum · Дания · Телефон: +45 4580 0500 · Факс: +45 4580 1405 · www.bksv.com · info@bksv.com

Австралия (+61) 2 9889-8888 · Австрия (+43) 1 865 74 00 · Бразилия (+55)11 5188-8166
Канада (+1) 514 695-8225 · Китай (+86) 10 680 29906 · Чехия (+420) 2 6702 1100
Финляндия (+358) 9-755 950 · Франция (+33) 1 69 90 71 00 · Германия (+49) 421 17 87 0
Гонконг (+852) 2548 7486 · Венгрия (+36) 1 215 83 05 · Ирландия (+353) 1 807 4083
Италия (+39) 0257 68061 · Япония (+81) 3 5715 1612 · Корея (+82) 2 3473 0605
Нидерланды (+31)318 55 9290 · Норвегия (+47) 66 77 11 55 · Польша (+48) 22 816 75 56
Португалия (+351) 21 47 11 4 53 · Сингапур (+65) 377 4512 · Словакия (+421) 25 443 0701
Испания (+34) 91 659 0820 · Швеция (+46) 8 449 8600 · Швейцария (+41) 1 880 7035
Тайвань (+886) 2 2502 7255 · Великобритания (+44) 14 38 739 000 · США (+1) 800 332 2040
Местные представители и сервисные центры по всему миру

Brüel & Kjær