

УДК 551.48

О ВЫБОРЕ ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА РАЗМЕЩЕНИЯ АНТЕНН МНОГОЛУЧЕВОГО ЭХОЛОТА

*Н. А. Нестеров, А. В. Арустамов
(АО «Морские навигационные системы»)*

В статье рассматриваются варианты оптимального размещения антенн многолучевого эхолота на кораблях и судах. Для этого предлагается применить аппарат теории принятия решений, т. е. решить задачу

многокритериальной оптимизации методом определения весовых коэффициентов на основе экспертных оценок с использованием способов ранжирования или приписывания баллов.

Ключевые слова: приемопередающая антенна многолучевого эхолота, монтаж в обтекателе, монтаж в гондоле, установка на подъемно-опускном устройстве, влияние шумов судна, ранжирование на основе экспертных оценок.

Article considers versions of optimal deployment of multibeam echosounder aerial on ships and vessels. For this purpose, they suggest to apply the instrument of decision making theory, i.e. to solve the problem of multicriterian optimization by method of weigh coefficients finding on the base of expert errors, using the techniques of balls ranging and adding.

Key words: receiving-transmitting aerial of multibeam echo-sounder, assembly in dome, assembly in pod (gondola), installation on hoister, influence of vessel noises, ranging on the base of expert assessments.

В последние годы все больше кораблей и судов оснащаются многолучевыми эхолотами (МЛЭ), диапазон использования которых достаточно широкий – от измерения глубин при гидрографических работах до поиска и обследования донных объектов.

Одной из важных составляющих эффективной работы МЛЭ является качественное функционирование системы приемопередающей антенны. Поэтому выбор оптимального варианта размещения антенн МЛЭ становится весьма существенным моментом при проектировании их установки.

Акционерным обществом «Морские навигационные системы» накоплен определенный опыт по установке МЛЭ на кораблях и судах, выполняющих гидрографические работы как на чистой воде, так и в условиях ледовых полей. На сегодняшний день применяются следующие варианты установки антенн:

- врезка в корпус;
- монтаж в обтекателе;
- монтаж в гондоле;
- установка на подъемно-опускном устройстве (ПОУ).

Каждый из вышеперечисленных вариантов имеет свои преимущества и недостатки и, несомненно, может более или менее подходить для того или иного проекта судна в зависимости от его предназначения. Так, врезка в корпус (рис. 1) проста в реализации и менее затратна, но для судов ледового класса, по-видимому, является далеко не лучшим вариантом.

Монтаж в обтекателе (рис. 2), выполненном из стекловолокна, позволяет несколько удалить антенны МЛЭ от корпуса, чем снизится влияние шумов судна на них. В этом варианте возможна установка антенны на судах ледового класса АСЕ2 и ниже. Там же в обтекателе возможно размещение и другого гидроакустического оборудования, например антенн донного профилографа (рис. 3). В то же время обтекатель значительно увеличивает осадку судна.

Размещение антенн в гондоле (рис. 4) позволяет более удалить их от корпуса. Такой вариант установки подходит для судов ледового класса АСЕ3 и ниже. В гондоле также возможно размещение другого



Рис. 1. Врезка антенны МЛЭ в корпус



Рис. 2. Обтекатель



Рис. 3. Антенны донного профилографа



Рис. 4. Гондола

гидроакустического оборудования (рис. 5). Основное преимущество данного варианта – возможность установки антенн значительных размеров (4×4 м) на судах с большой килеватостью. Следует учитывать, что гондола еще более увеличивает осадку судна по сравнению с обтекателем.

Установка антенн МЛЭ на ПОУ (рис. 6) является самым сложным конструктивным решением из всех. Преимуществом этого варианта монтажа является возможность обслуживания антенн, датчиков измерения скорости звука в воде и глубины (осадки) без постановки в док. Подходит для судов ледового класса ARC4 и ниже [1].



Рис. 5. Размещение антенн МЛЭ, профилографа и лага в гондоле

В табл. 1 приведены основные преимущества и недостатки каждого из вариантов установки антенн.

Таблица 1

Преимущества и недостатки	Врезка в корпус	Монтаж в обтекателе	Монтаж в гондоле	Установка на ПОУ
Усложнение с постановкой в док	–	+	+	–
Увеличение осадки	–	+	+	–
Отведение дополнительного пространства внутри корпуса	+	–	–	+
Обслуживание антенн без постановки в док	–	–	–	+
Снижение влияния шумов судна	–	+	+	+
Сложность установки крупных антенн на судах с большой килеватостью	+	–	–	+
Ограниченность выбора места установки антенн	+	–	–	+
Возможность установки на судах ледокольного типа	ACE3 и ниже	ACE2 и ниже	ACE3 и ниже	ARC4 и ниже



Рис. 6. Установка аппарата МЛЭ на ПДУ

Очевидно, что для судов, предназначенных для работ в высоких широтах, где велика вероятность встретиться со сложной ледовой обстановкой, преимущество следует отдать установке антенн на ПОУ. В других случаях выбор варианта не столь очевиден.

Приоритетность того или иного варианта размещения определяется значимостью преимуществ и незначительностью его недостатков для решаемых судном задач. Так, для гидрографических работ, вероятно, более существенным является сохранение небольшой осадки судна, позволяющей выполнять съемку на мелководных участках, а в поисково-спасательных операциях для повышения детальности поиска и обследования более значимой представляется минимизация влияния судовых помех. Немаловажную роль при выборе варианта играют стоимость установки антенн и затраты на их последующее обслуживание. Противоречивость требований может вызывать определенные затруднения при проектировании судов, особенно предназначенных для решения широкого круга задач. В этом случае может быть применен аппарат теории принятия решений. Оптимальные решения позволяют достичь цели при минимальных затратах материальных, трудовых и сырьевых ресурсов. Конкретно для выбора варианта размещения антенн можно воспользоваться решением задачи многокритериальной оптимизации методом определения весовых коэффициентов на основе экспертных оценок с использованием способов ранжирования или приписывания баллов [2].

Например, требуется выбрать оптимальный вариант размещения антенн на строящемся гидрографическом судне, предназначенном для работ в умеренных широтах. В качестве экспертов привлечены четыре специалиста-проектанта. Они провели ранжирование параметров, в качестве которых выступили преимущества и недостатки, указанные в табл. 1, и получили результаты, приведенные в табл. 2.

Таблица 2

Эксперты	Параметры								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	5	8	3	6	7	2	4	1	9
2	4	8	2	6	7	3	5	1	9
3	4	9	1	6	7	3	5	2	8
4	6	9	3	5	7	2	4	1	8
Сумма	19	34	9	23	28	10	18	5	34
Вес	19/180	34/180	9/180	23/180	28/180	10/180	18/180	5/180	34/180

Примечания: 1. В качестве параметра 9 приняты стоимость установки антенн и затраты на их последующее обслуживание.

2. Общий вес, указанный в знаменателе последней строки, равен сумме весовых коэффициентов.

Анализ значений позволяет наглядно выявить вес преимуществ и недостатков для вариантов размещения антенн МЛЭ. Наибольшим весом обладают параметры 2 и 9 – увеличение осадки и стоимость

установки антенн. Наименьший вес у параметров 3 и 8 – отведение дополнительного пространства внутри корпуса и возможность установки на судах ледокольного типа.

По весам параметров (без учета стоимости) варианты размещения антенн выстраиваются следующим образом:

- 1 место – ПОУ (94 балла);
- 2 и 3 места – обтекатель и гондола (по 86 баллов);
- 4 место – врезка в корпус (38 баллов).

Из данного примера следует, что использование такого достаточно простого способа, как ранжирование на основе экспертных оценок, позволяет предопределить оптимальное решение задачи и сделать заключение о целесообразности выбора того или иного варианта размещения антенн.

Опыт установки, обслуживания и использования по назначению антенн на ПОУ подтверждает приоритетность этого варианта. Подъемно-опускное устройство является удобным и функциональным приспособлением. Оно установлено на больших гидрографических катерах проекта 19920, заводской № 01842 (АО «ССЗ “Вымпел”»), № 702, 703, 704 (СЗОР).

Таким образом, применение теории принятия решения позволяет достаточно объективно подойти к рассмотрению вопроса оптимального размещения антенн МЛЭ. Несомненно, на практике подобное решение должно приниматься на основе учета большего числа параметров, при этом не должны упускаться из вида вопросы, связанные со сложностью конструктивных решений, стоимостью и сроками выполнения последующих работ по проведению проверок и калибровок аппаратуры, ее демонтажа и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Российский морской регистр судоходства: РМРС 2012. – ISBN 978-5-89331-207-2.
2. Горбунов В. М. Теория принятия решений: учебное пособие. – Томск: ГОУВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», 2010.

Сведения об авторах:

Нестеров Николай Аркадьевич – доктор технических наук, профессор, руководитель проекта АО «МНС»; e-mail: nna@mnsspb.ru; тел.: +7 (921) 774-8329.

Арустамов Артём Вартанович – заместитель начальника отдела АО «МНС»; e-mail: aav@mnsspb.ru; тел.: +7 (812) 320-3840.

About authors:

Nikolay A. Nesterov is Doctor of technical sciences, Professor, the leader of joint company (JC) project “MNS”; e-mail: nna@mnsspb.ru; telephone: +7 (921) 774-8329.

Artyom V. Arustamov is the deputy chief of division of JC “MNS”; e-mail: aav@mnsspb.ru; telephone: +7 (812) 320-3840.