

УДК 656.62.052

МЕТОДИКА СБОРА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ КАЧКИ СУДНА В ЭКСПЛУАТАЦИОННОМ РЕЙСЕ

Тарасенко Максим Дмитриевич¹, аспирант, вахт. пом. капитана

e-mail: pilot578@yandex.ru

Сичкарёв Виктор Иванович¹, профессор кафедры Судовождения, д.т.н.

e-mail: svny89@mail.ru

Умрихин Виктор Павлович¹, профессор кафедры Судовождения, д.т.н.

e-mail: umrvic@mail.ru

¹ Сибирский государственный университет водного транспорта, Новосибирск, Россия

Аннотация. В статье приводится информация о приборах и параметрах, необходимых для записи качки судна и её обработки. Обозначена проблема отсутствия функции фиксации прямых параметров качки в современной инструментарии судоводителей. Описана методика комплексной обработки данных, включающих в себя как фактические, так и прогностические данные.

Ключевые слова: качка судна, штормовое плавание, безопасность мореплавания, Arduino, амплитуда качки.

DATA COLLECTION AND PROCESSING METHODOLOGY FOR EXPERIMENTAL EVALUATION OF SHIP MOTION PARAMETERS DURING OPERATIONAL VOYAGE

Maxim D. Tarasenko¹, Doctoral Student, Officer in charge of a Navigational watch

e-mail: pilot578@yandex.ru

Viktor I. Sichkarev¹, Professor of the Department of Navigation, Doctor of Technical Sciences

e-mail: svny89@mail.ru

Viktor P. Umrikhin¹, Professor of the Department of Navigation, Doctor of Technical Sciences

e-mail: umrvic@mail.ru

¹ Siberian State University of the Water Transport, Novosibirsk, Russia

Abstract. The article presents information on the instruments and parameters required for recording ship motions and their subsequent processing. The problem of the absence of a function for recording direct motion parameters in the modern toolkit of navigators is highlighted. A methodology for the integrated processing of data, incorporating both actual and forecast data, is described.

Keywords: ship motions, heavy weather navigation, safety of navigation, Arduino, motion amplitude.

В арсенале современного судоводителя имеется достаточное количество инструментов прогнозирования штормовых условий плавания судна [1] для определения различных параметров. Но они не предусматривают получения информации о прямом параметре качки – её амплитуде. Для этого предлагается выполнять запись качки судна при фактической загрузке, а также, использовать гидрометеорологические и фактические данные о волнении, воздействующем на судно.

Для этих целей в СГУВТ В.П. Умрихиным был разработан прибор для регистрации качки судна, с помощью которого возможно регистрировать следующие данные:

- углы дифферента;
- углы крена;
- ускорения судна по трем осям.

Дискретность записи составляет 0,1 секунды.

Прибор (рис. 1) построен на платформе Arduino. В своем составе он имеет гироскоп, акселерометр, а также, датчик удара с задаваемым уровнем чувствительности для дополнительного определения слеминга.

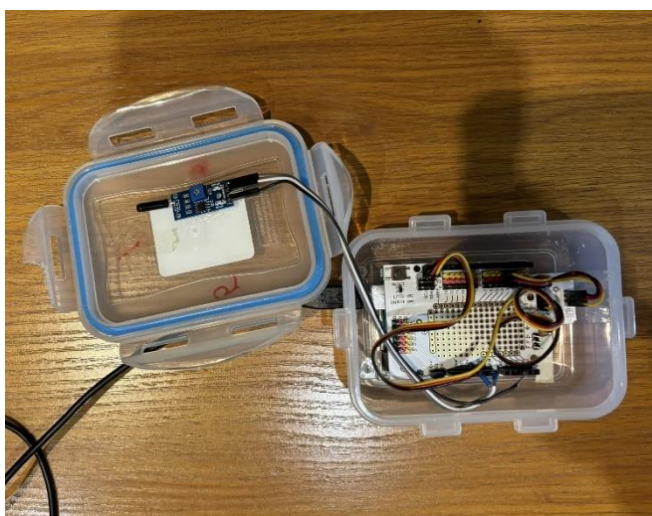


Рисунок 1 – Прибор для регистрации качки

Дальнейшая обработка полученного массива данных производится в программе, написанной в Microsoft Excel.

Прибор в процессе записи размещается в диаметральной плоскости судна на ходовом мостике, питание на него подается от USB – порта ноутбука.

Для дальнейшего определения воздействующих ветро – волновых условий необходимо понимать точное местоположение судна. Параллельно с записью качки ведется учет движения судна. Фиксируется точка начала записи, раз в 10 – 15 минут считывается местоположение судна с приемника ГНСС, фиксируется точка окончания записи. Планируется дооснастить прибор собственным приемником ГНСС, что является возможным на платформе прибора. В этом случае массив данных будет сопровождаться треком движения судна, что повысит точность обработки данных. На современном этапе запись местоположения судна ведется вручную.

Тарировка прибора и запись качки судна в эксплуатационном рейсе проводились в тихоокеанском регионе (северо – западный район Тихого океана) [2]. В связи с этим логичнее всего использовать японские карты погоды, издаваемые Japan Meteorological Agency (JMA), а также использовать погодные сервисы, такие как PassageWeather и Windy.

Карты приземного анализа ASAS (рис. 2), прогностические карты FSAS, а также, карты волнения AWJP (рис. 3), AWPN, FWJP, FWPN, отличающиеся охватом области Тихого

океана, издаются ЖМА в сроки, установленные Всемирной метеорологической организацией (ВМО) и доступны к получению либо с помощью сети Интернет, либо с помощью факсимильного оборудования в сроки передач, указанные ЖМА. Также для анализа метеобстановки могут быть полезны и спутниковые снимки (рис. 4), предоставляемые вышеуказанным агентством.

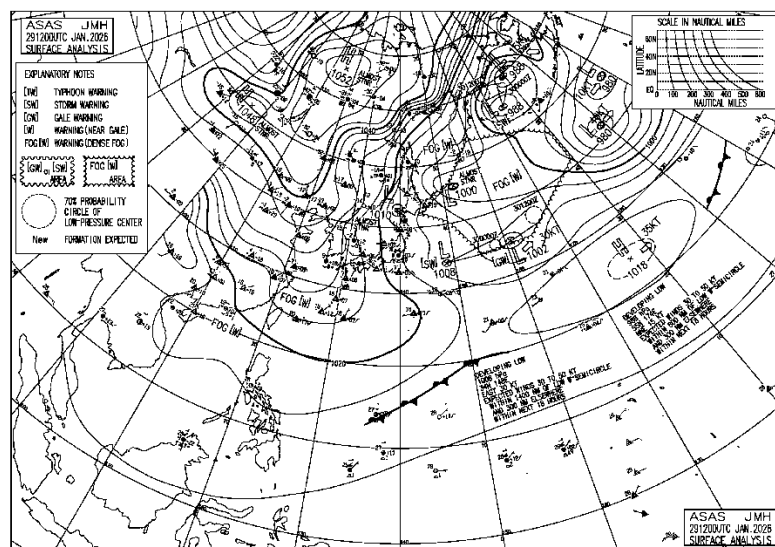


Рисунок 2 – Карта приземного анализа ЖМА

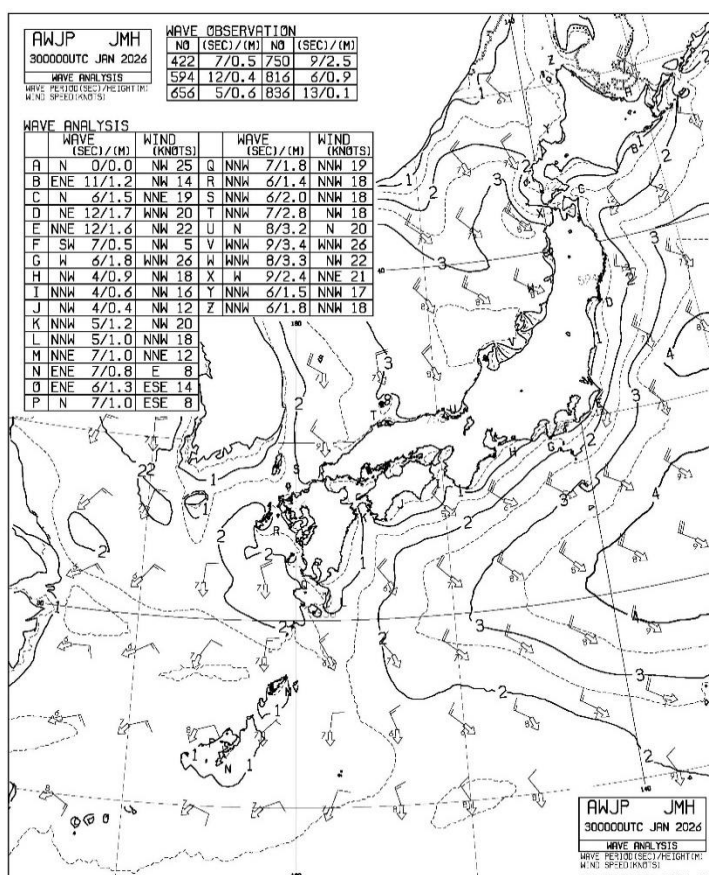


Рисунок 3 – Карта волнового анализа ЖМА

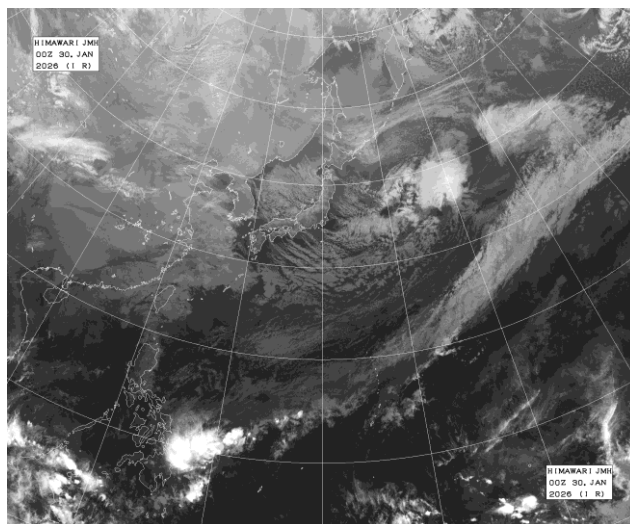


Рисунок 4 – Спутниковый фотоснимок, предоставляемый ЖМА

Эти данные необходимы для дальнейшего определения характеристик воздействующего на судно волнения и их сопоставления с картиной амплитуд качки судна.

Указанная выше информация является синоптической. Для получения фактической информации о волнении предлагается использовать радиолокационную станцию (РЛС). На шкале дальности 0.75 – 1.5 м. мили на первом обороте антенны делается фотография экрана (рис. 5). Обработку фотоснимка проводят по методике, описанной в [1, 3]. Таким образом, имеется возможность получения фактических длин и высот волн, воздействующих на судно.

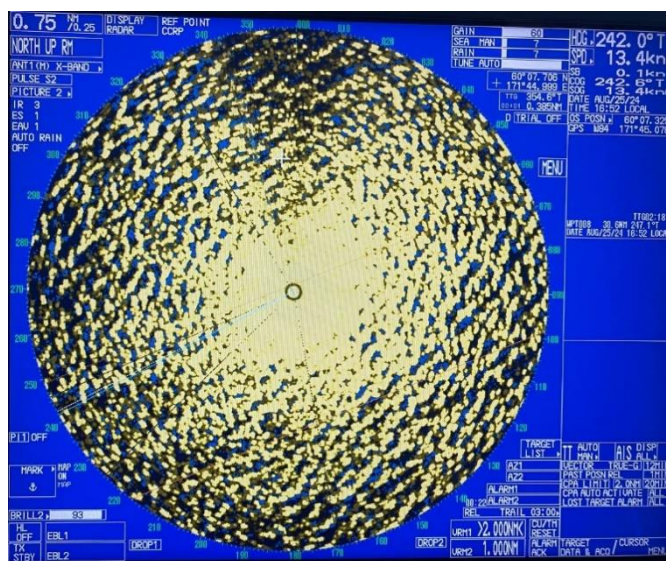


Рисунок 5 – Радиолокационное изображение волнения при первых оборотах антенны РЛС

Для дальнейшей обработки записи также необходима информация об остойчивости судна, в частности, расчетный период качки судна для дальнейшего вычисления собственной частоты качки. На современных судах для расчета остойчивости используются грузовые программы типа MACS3, что значительно упрощает процесс получения данных. Красной рамкой на рис. 6 выделена строка значения расчетного периода качки, также выше дается и значение расчетной амплитуды качки.

Stability Results			
Stability Results / 2 (3) tier cargo / IMO			
Lever Balance OK!	actual	Limit	
GM' (corrected)	1.395	0.424	m
Angle due to transverse Moment	0.2	3.0	° (stb)
Angle due to Wind + transverse Moment	2.9	16.0	° (stb)
Max. lever GZ at angle >= 30 degrees	1.039	0.200	m
Angle of max righting lever GZ	44.6	25.0	°
Area up to 30 degrees	0.207	0.055	m²rad
Area up to 40 degrees	0.366	0.090	m²rad
Area between 30 and 40 degrees	0.159	0.030	m²rad
Amplitude of rolling	22.1		°
Period of rolling	12.26		sec
Weather Criterion	3.81	1.00	

Рисунок 6 – Табличное представление основных критериев остойчивости в программе MACS3

Выводы:

1. Разработанная методика позволяет восполнить существующий пробел в судоводительском инструментарии - обеспечить экспериментальное определение амплитуды качки судна при фактической загрузке в рейсе как прямого параметра, не заменяемого расчётными или прогностическими моделями.
2. Ключевым элементом методической системы является многоуровневая структура данных, включающая:
 - высокочастотную запись собственных движений судна (Arduino-регистратор),
 - фактические параметры волнения (получаемые по РЛС-изображению),
 - синоптические и прогностические поля (получаемые из карт погоды либо интернет - ресурсов),
 - расчётные характеристики остойчивости.
3. Предложенный комплексный подход может служить основой для системы интеллектуальной поддержки решений судоводителя по выбору курса и скорости в штормовых условиях, что существенно повышает безопасность мореплавания.
4. Перспективным направлением развития методики является автоматизация привязки записей к координатам (внедрение ГНСС-приёмника в состав прибора) и расширение статистической базы измерений для разных типов судов и районов плавания.

Список литературы:

1. Сичкарёв В.И. Теоретические основы штормового плавания: монография / В.И. Сичкарёв, В.П. Умрихин, А.Г. Поминов, А.А. Приваленко. – Новосибирск: СГУВТ, 2021. – 210 с.
2. Сичкарев, В. И. Идентификация волновых условий по спектру качки судна / В. И. Сичкарев, В. П. Умрихин, М. Д. Тарасенко // Транспортное дело России. – 2024. – № 7. – С. 156-161. – EDN LXNWHV.
3. Сичкарёв В.И. Способ определения высот волн по радиолокационной картине волнового поля /В.И. Сичкарёв // Судовождение – 2010: сб. науч. трудов. – Новосибирск: НГАВТ, 2010. – С. 3 – 19.