

- pol': RIO Morskoj gidrofizicheskij institut RAN.– 26-35 s.
4. Novorossijskaya bora pod red. A.M. Guseva / Tr. Morskogo gidrofizicheskogo instituta AN SSSR. – M.: Izd-vo AN SSSR, 1959. – T. 14. – 140 s.
 5. Gidrometeorologiya i gidrohimiya morej. Tom IV. Chernoe more. Vypusk 1. Gidrometeorologicheskie usloviya. – L.: Gidrometeoizdat, 1991. – 429 s.
 6. Buharov M.V., Golovlev K.N., Mironova N.S., Sizenova E.A. Analiz prichin usileniya shkvalistogo vetra do uragannoj sily v Kerchenskom prolive 11 noyabrya 2007 g. // Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya zemli iz kosmosa. – 2010. – T. 7. – № 3. – S. 9-15.
 7. SHven' N.I. Osobennosti rezhima vetra na terri-torii Ukrainy i ih svyaz' s global'nymi izmeneniyami atmosfery cirkulyacii i drugimi faktorami: avtoref. kand. diss. – Kiev, 2006. – 24 s.
 8. Sbornik obyazatel'nyh rasporyazhenij i postanov-lenij po morskomu portu Novorossijsk (s pri-pisnym port punktom Anapa) i morskomu portu Gelendzhik. [Elektronnyj resurs]. URL: http://www.rosmorport.ru/media/File/nvr/loc/NVR_regulations.pdf. (data obrashcheniya 23.05.2019).
 9. Astrein V.V., Hekert E.V. Analiticheskoe predstavlenie termina "sistema vnutrennej bezopasnosti sudna"/ Vestnik gosudarstvennogo morskogo universiteta im. admirala F.F. Ushakova. 2015. № 3 (12). S. 12-14.
 10. Kondrat'ev S.I. Teoreticheskie osnovy upravleniya krupnotonnazhnyimi sudami po kriteriyam bezopasnosti i energosberezheniya. Dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni doktora tekhnicheskikh nauk / Novorossijsk, 2004.

УДК 656.61

DOI: 10.34046/aumsuomt91/6

ВЫБОР МАРШРУТА СУДНА НА ОСНОВЕ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ

Л.А. Першина, старший преподаватель

Л.Б. Астреина, кандидат географических наук, доцент

Статья посвящена анализу маршрута судна из Северной Европы в Канаду и Северо-восточную Америку. Выбор маршрута в реальных погодных условиях остается сложной задачей для судоводителей, что приводит порой к потерям скорости хода судна при ветре на волнении и расходу топлива. Авторами предлагаются способы выбора наиболее выгодного маршрута плавания судна на конкретном примере.

Ключевые слова: выбор маршрута судна, погодные условия, ветроволновые потери скорости судна.

The article is devoted to the analysis of the route from Northern Europe to Canada and Northeast America. Choosing a route in real weather conditions remains a challenge for navigators, which sometimes leads to a loss of speed of the vessel when the wind is rough and fuel consumption. The authors suggest ways to choose the most advantageous route for a vessel to navigate using a specific example.

Keywords: ship route selection, weather conditions, wind-wave speed of the vessel.

Введение.

Морские пути из Европы в Канаду и Северо-восточную Америку и обратно проходят, как правило, в стесненных водах и сложнейших по своим условиям районах плавания. К тому же район Северной Атлантики отличается высокой интенсивностью судоходства – до 200-300 судов в сутки осуществляют переходы между Европой и Америкой. Кроме того, сложная ледовая обстановка с марта по июнь месяц, когда постоянно меняются границы льда и происходит вынос крупных айсбергов, также затрудняет плавание.

Несмотря на изученность вышеуказанного района, условия внешней среды, в которых приходится решать задачи судовождения, требуют предельного внимания и навыков при выборе наиболее выгодного маршрута и частных курсов. При этом необходимо учитывать особо сложные условия в районе Ньюфаундлендской банки (рисунок 1). Этот район часто оказывается под влиянием зон штормов Исландского минимума.

Для оценки ветроволновых потерь скорости судна, далее ВВП, на рекомендуемых маршрутах

можно воспользоваться универсальной формулой ЦНИИМФА (формула Хохлова), [2]:

$$V_{\pi} = V_0 - (0,745 h - 0,275 \cdot h \cdot q_h) \cdot (1 - 1,35 \cdot 10^{-6} \cdot D \cdot V_0), \quad (1)$$

где: V_{π} – скорость судна на волнении, в узлах;

V_0 – скорость судна на тихой воде, в узлах;

h – высота волны, м;

q_h – курсовой угол волны, переведенный в радианы;

D – водоизмещение судна.

Формула (1) оптимально работает для судов с осадкой до 25 000 тонн.

Для определения скорости крупнотоннажных судов на волнении высотой до 6-7 м. – формулой Ольшамовского С.Б., которая имеет вид [4]:

$$V_B = V_0 - (0,12 h - 0,10 q + 0,10) h - (0,03 h - 0,20 q - 0,27) h D_{\phi}^{-1} \cdot 10^5, \quad (2)$$

где: V_0 – скорость судна на тихой воде, в узлах;

h – высота волны, м;

q_h – курсовой угол волны, переведенный в радианы;

D_{ϕ} – фактическое водоизмещение судна.

Известно, что суда с более высоким тоннажем более устойчивы к ВВП.

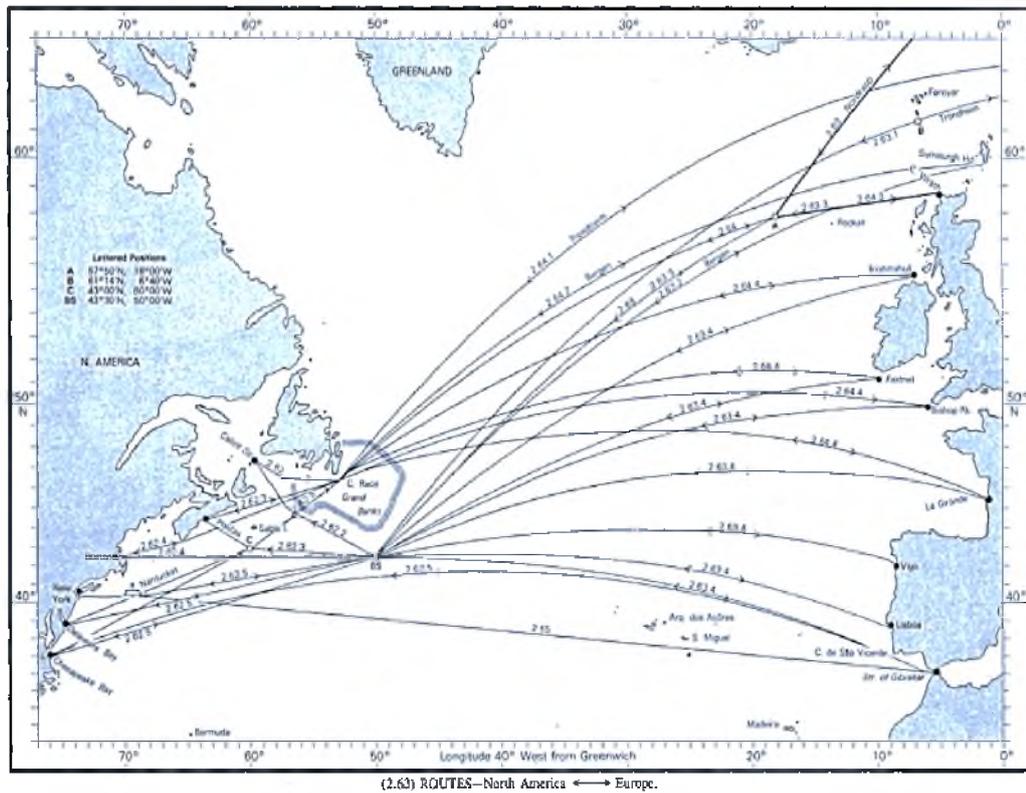


Рисунок 1 – Сезонные пути из Европы в Северную Америку и обратно[1]

В наших последующих расчетах приведем формулы для определения скорости судна с учетом ветроволновых потерь в двух вариантах: по направлению курсового угла и высоты волны, рекомендуемые Тульчинским Ю.И. [5,6]:

При $q > 160^\circ, h_{3\%} < 8,5 м$:

$$V = V_0 - \left[0,5h_{3\%}^{0,5} (0,745h_{3\%} - 0,275qh_{3\%}) (1 - k_{\Delta} 10^{-6} \Delta V_0) \right]$$

При $q \leq 160^\circ, h_{3\%} \geq 8,5 м$:

$$V = V_0 - \left(\sin 0,5h_{3\%} \right) \left[0,5h_{3\%}^{0,5} (0,745h_{3\%} - 0,275qh_{3\%}) (1 - k_{\Delta} 10^{-6} \Delta V_0) \right] \quad (3)$$

где: V_0 – начальная скорость судна, узлы;

$h_{3\%}$ – высота волны с 3% обеспеченностью, метры;

q – курсовой угол волнения, радианы;

k_{Δ} – коэффициент учета водоизмещения, определяемый по формуле:

$$k_{\Delta} = 1,35 - \text{при } \Delta = 5000 \div 20000$$

$$k_{\Delta} = \left(\frac{17}{200} \Delta^{0,211} \right)^{-0,8} - \text{при } \Delta = 21000 \div 26000;$$

$$k_{\Delta} = \left(\frac{\Delta}{36500} \right)^{-0,8} - \text{при } \Delta = 27000 \div 32000$$

$$k_{\Delta} = \left(\frac{\Delta}{37000} \right)^{-0,8} - \text{при } \Delta = 33000 \div 300000$$

где Δ – водоизмещения судна, тонны.

1. Выбор маршрута судна на основе данных гидрометеорологической карты, далее ГМК

Используя сведения ГМК № 6219 (за апрель) о высотах волн и курсовом угле волны,

рассчитаем, какой же из маршрутов будет более выгодным.

Представим исходные данные для расчета ВВП по выбранным маршрутам (рисунок 2), условно «северный» и «южный» для танкера «Тарантелла» (Dwt / Draft (лето) – 46764 тонны / 11,0 м, скорость – 15 узлов).

Длина «северного» маршрута – $S_N = 2436,6$ м. миль.

Длина «южного» маршрута – $S_S = 2527,9$ м. миль.

Разница расстояний составит **91.3 мили и времени - 6 часов 00 минут.**

Курсы судна на десятиградусных отрезках:

по ДБК₁ курсы судна по «северному» маршруту: 264° - 256° - 240°;

по ДБК₂ курсы судна по «южному» маршруту: 272° - 260° - 249°.

Направления ветра на отрезках пути:

по ДБК₁ курсы ветра по «северному» маршруту: 270° - 270° - 240°;

по ДБК₂ курсы ветра по «южному» маршруту: 270° - 270° - 240°.

Курсовой угол волны:

по ДБК₁ курсы по «северному» маршруту 6°(0,1 рад) - 22°(0,38 рад) - 0°(0); (4)

по ДБК₂ курсы по «южному» маршруту 6°(0,1 рад) - 12°(0,21) - 9°(0,16 рад).

Высота волны с 3% обеспеченностью:

по ДБК₁ высота волны по «северному» маршруту: 3 - 2,5 - 1 метр;

по ДБК₂ высота волны по «южному» маршруту: 2 - 1,5 - 1 метра.

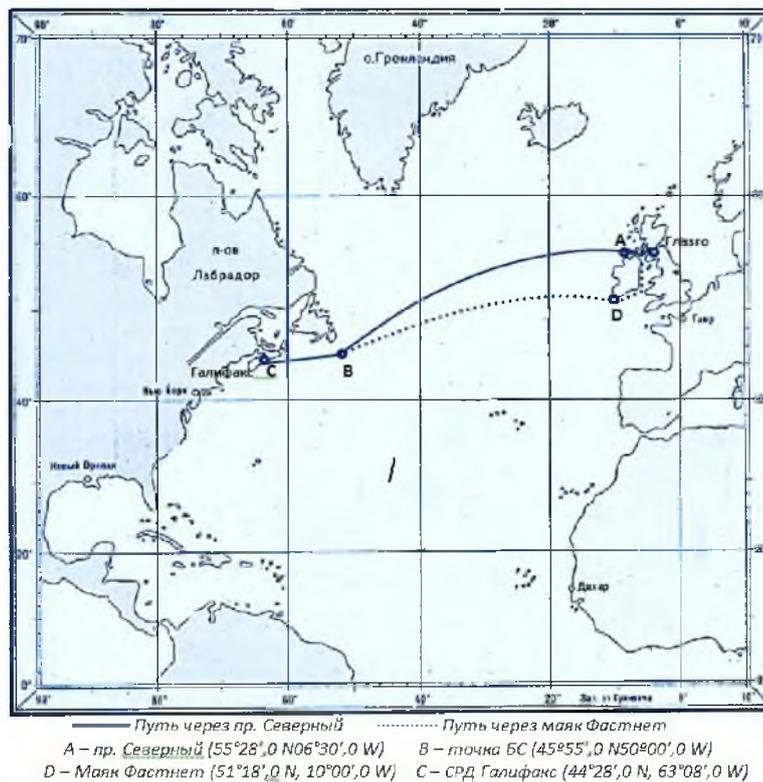


Рисунок 2 – Варианты выбранных маршрутов из Глазго в Галифакс

Представим соответствующие расчеты путевой скорости с учетом ветроволновых потерь, воспользовавшись формулой (3).

1) «Северный» маршрут по ДБК 1 (через пролив Северный):

$$V_{п1} = 15 - ((0,5 \cdot 3^{0,5}(0,745 \cdot 3 - 0,275 \cdot 0,1 \cdot 3) \cdot (1 - 0,831 \cdot 0,000001 \cdot 15)) = 13,14 \text{ узл.}$$

$$V_{п2} = 15 - ((0,5 \cdot 2,5^{0,5}(0,745 \cdot 2,5 - 0,275 \cdot 0,38 \cdot 2,5) \cdot (1 - 0,831 \cdot 0,000001 \cdot 15)) = 13,73 \text{ узл.}$$

$$V_{п3} = 15 - ((0,5 \cdot 1^{0,5}(0,745 \cdot 1 - 0,275 \cdot 0 \cdot 1) \cdot (1 - 0,831 \cdot 0,000001 \cdot 15)) = 14,63 \text{ узл.}$$

Средние потери по «северному» маршруту составят:

$$V_{п\text{ ср}} = 13,14 + 13,73 + 14,63 = 13,8 \text{ (узл.)}$$

2) «Южный» маршрут по ДБК 2 (узловая точка м. Фастнет):

$$V_{п1} = 15 - ((0,5 \cdot 2^{0,5}(0,745 \cdot 2 - 0,275 \cdot 0,1 \cdot 2) \cdot (1 - 0,831 \cdot 0,000001 \cdot 15)) = 13,98 \text{ узл.}$$

$$V_{п2} = 15 - ((0,5 \cdot 1,5^{0,5}(0,745 \cdot 1,5 - 0,275 \cdot 0,21 \cdot 1,5) \cdot (1 - 0,831 \cdot 0,000001 \cdot 15)) = 14,37 \text{ узл.}$$

$$V_{п3} = 15 - ((0,5 \cdot 1^{0,5}(0,745 \cdot 1 - 0,275 \cdot 0,16 \cdot 1) \cdot (1 - 0,831 \cdot 0,000001 \cdot 15)) = 14,65 \text{ узл.}$$

Средние потери по «южному» маршруту составят:

$$V_{п\text{ ср}} = 13,98 + 14,37 + 14,665 = 14,33 \text{ узла.}$$

Рассчитаем время t_x на каждом маршруте:

«Северный» маршрут по ДБК 1 (через пролив Северный): $V_{пN} = S_N/t_N = 2436,6 \text{ м.м/ } 13,8 \text{ узл.} = 176,4 \text{ часа.}$

«Южный» маршрут по ДБК 2 (узловая точка м. Фастнет): $V_{пS} = S_S/t_S = 2527,9 \text{ м.м/ } 14,33 \text{ узл.} = 176,4 \text{ часа.}$

Вывод: результаты расчетов практически уравнили два маршрута по времени перехода.

2. Выбор маршрута судна на основе данных карт погоды.

Используя фактические и прогностические карты погоды, приведем пример выбора маршрута в зависимости от реальных погодных условий.

Рассмотрим анализ синоптической ситуации в районе плавания танкера «Гарантелла» по маршруту Глазго – Галифакс (рисунок 2).

На момент определения выхода из порта 25.03.2019 г. пришло оповещение о надвигающемся шторме [7].

«MetÉireann» предупреждает о красном уровне опасности в связи с надвигающимся на Ирландию штормом Ханна. Порывы ветра могут достигать 150 км/ч (рисунок 3).

Синоптики ожидают, что шторм обрушится на юго-западное побережье острова в пятницу днём. Жителей районов Clare, Cork, Kerry и Limerick просят быть готовыми к возможному отключению электричества.

Ранее MetÉireann предупреждал об оранжевом уровне опасности. Он вступит в силу в 16 часов в пятницу и будет действовать до часа ночи. В районе Clare с 20 до 23 часов вечера объявлен красный уровень опасности.

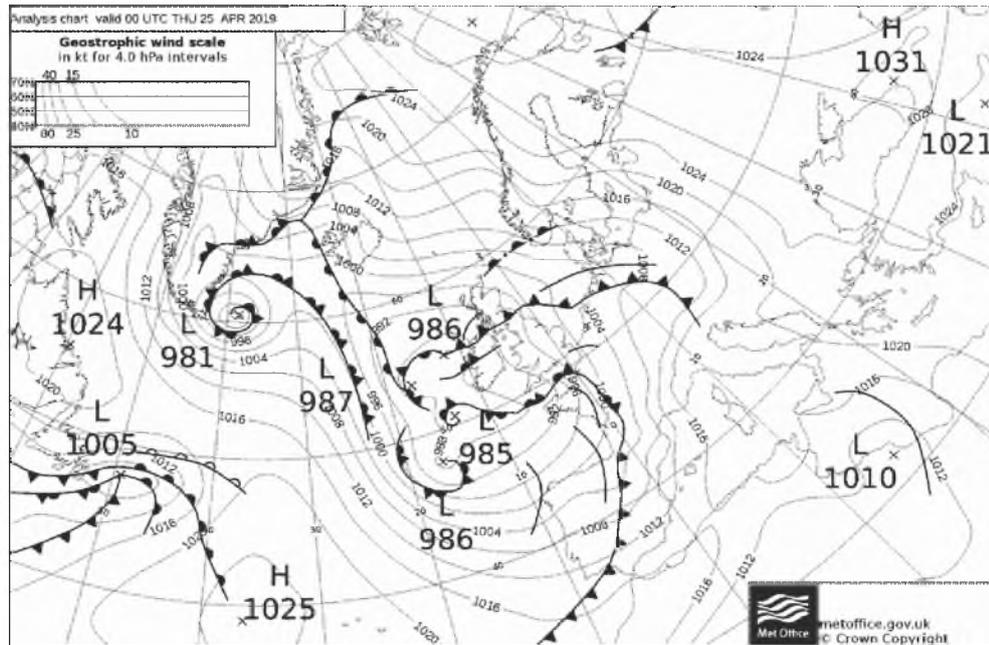


Рисунок 3 – Приземный анализ на 00, 25.04.2019[7]

Шторм «Ханна» принесет ненастную погоду на Британские острова. В Ирландии предупреждение «оранжевого» уровня опасности объявлено в графствах Клэр, Корк, Керри и Лимерик: ожидается ветер скоростью 65-80 км/ч и порывами 110-130 км/ч. На большей территории остальной части страны скорость ветра может достигать 50-65 км/ч, порывы — 90-110 км/ч. Оно будет действовать с 16:00 26 апреля до 5:00 27 апреля, информирует «MetEireann».

В Великобритании предупреждение действовало для южной и центральной Англии и для южного Уэльса. С вечера 26 апреля и днем 27 апреля ожидался ветер порывами до 110 км/ч, а также задержки на автомобильном, железнодорожном, воздушном и паромном транспорте.

Прогноз ветра порывами до 150 км/ч означает по шкале Бофорта не «жесткий шторм», а «ураган», т.е. скорость ветра больше 33 м/с. Максимально высокое волнение при та-

ком ветре будет в пределах от 11 до 14 и более метров.

Представим описание синоптической ситуации.

Вначале образования циклон был не очень выражен на картах погоды.

В четверг, 25 апреля, в полночь (рисунок 3) давление в центре составляло 987 мбар, а достаточно сильный ветер (35 узлов) наблюдался только на севере Великобритании, что закономерно предполагало выбор маршрута через Ла-Манш.

Если судить по снимкам, «Ханна» был небольшим циклоном, который зародился в центральной части Атлантического океана (рисунок 4). Через сутки он сформировался полностью (рисунок 5). Через сутки 26 апреля по нашему мнению, ураган мог накрыть Южную часть Великобритании и «закупорить» Ла-Манш (рисунки 6 и 7).

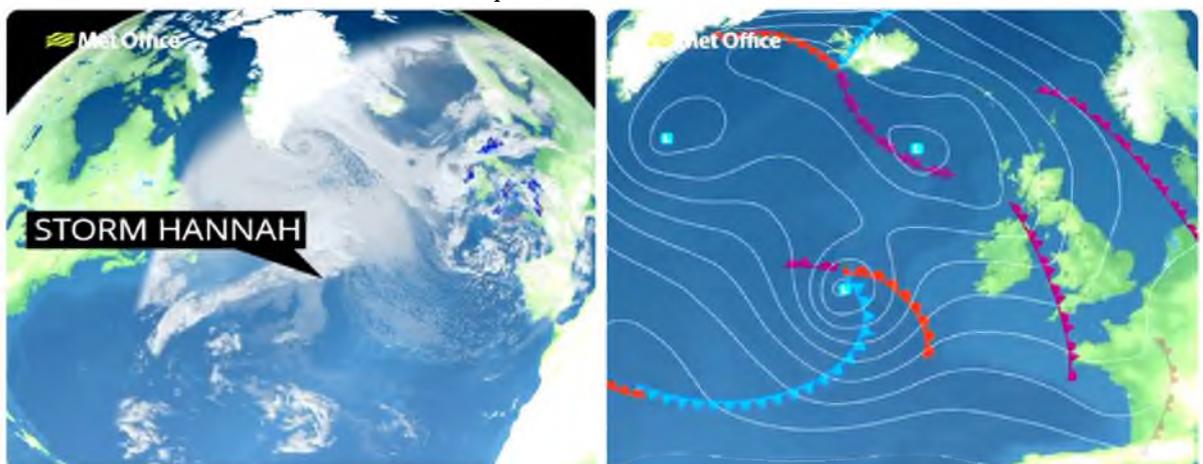


Рисунок 4 – Модель образования шторма «Ханна» [7]

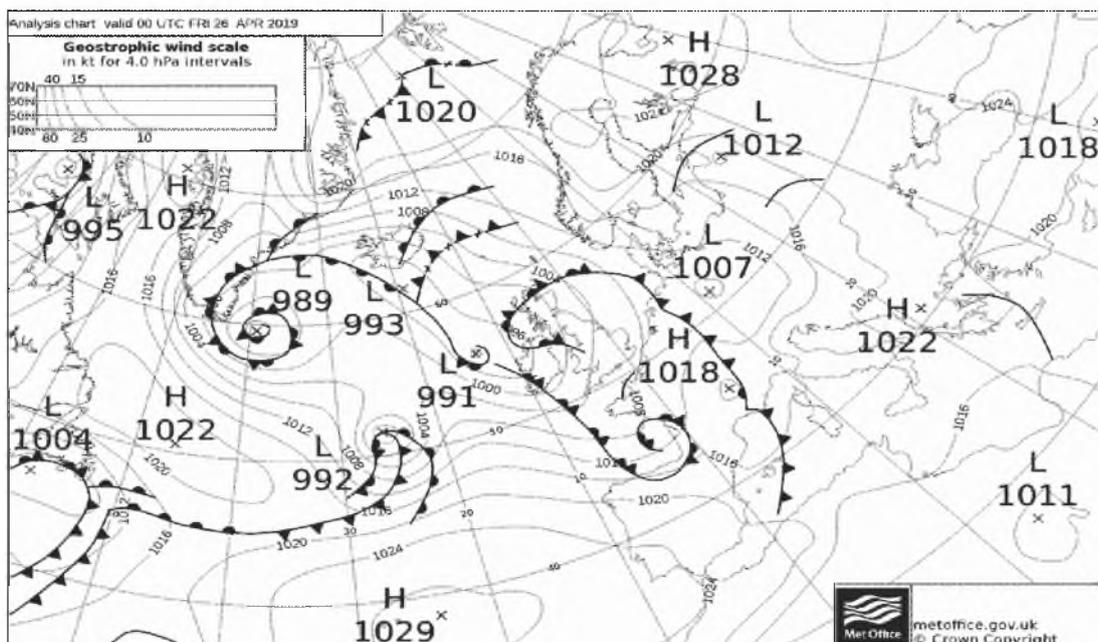


Рисунок 5 – Приземный анализ на 00, 26.04.2019[7]

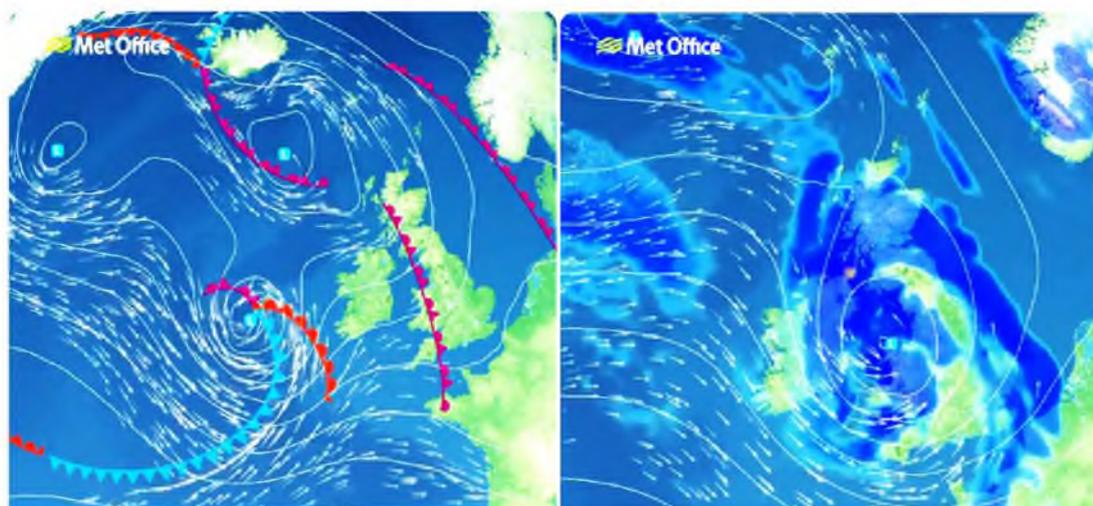


Рисунок 6 – Модель движения шторма «Ханна» [7]

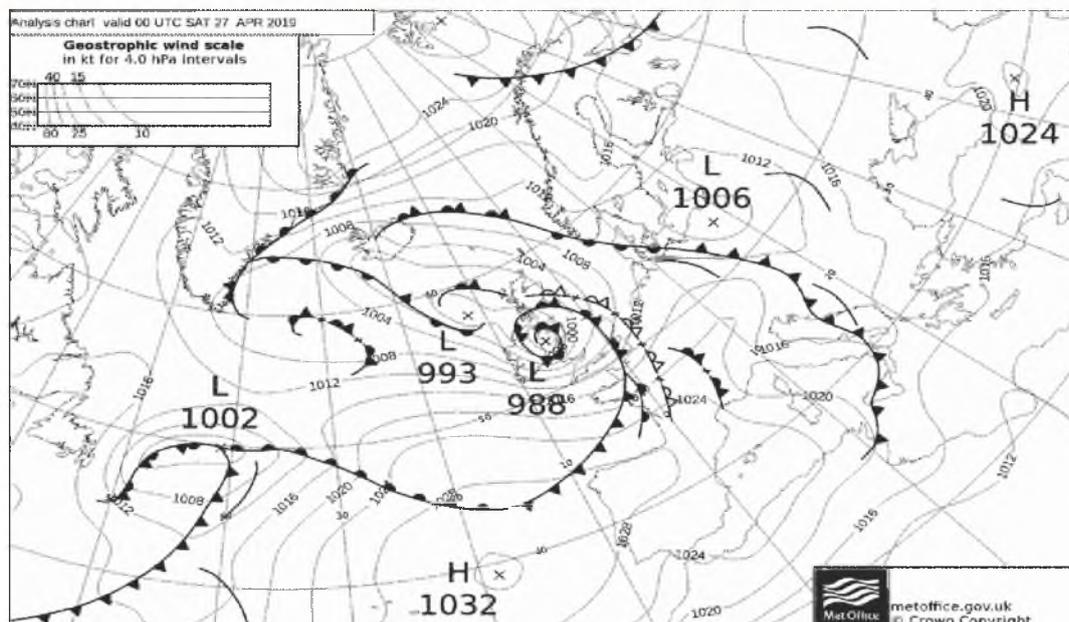


Рисунок 7 – Приземный анализ на 00, 27.04.2019[7]

Примечательно, что, когда в Ла-Манше ожидалась исключительной силы ветры, Северный пролив оставался относительно спокойным.

Следовательно, безопасно было идти от порта Глазго по маршруту через мыс Рат («северным» путем), а не через пролив Ла-Манш («южным»), рекомендованным ОПМ.

При анализе погоды по маршруту судна недостаточно полагаться на информацию карт погоды (приземный анализ и прогноз), следует дополнить знания ледовой обстановки. Например,

по картам центра «Север» Арктического и Антарктического научно-исследовательского института можно оценить ледовую обстановку Северного Ледовитого океана (рисунок 8) [8].

Из анализа вышеуказанной информации на период перехода с 24 по 30 апреля южная часть Норвежского и Гренландского морей были свободны ото льда, и «Северный» маршрут не затрагивал границу максимального распространения льда в районе Ньюфаундленской банки (рис. 9) [8].

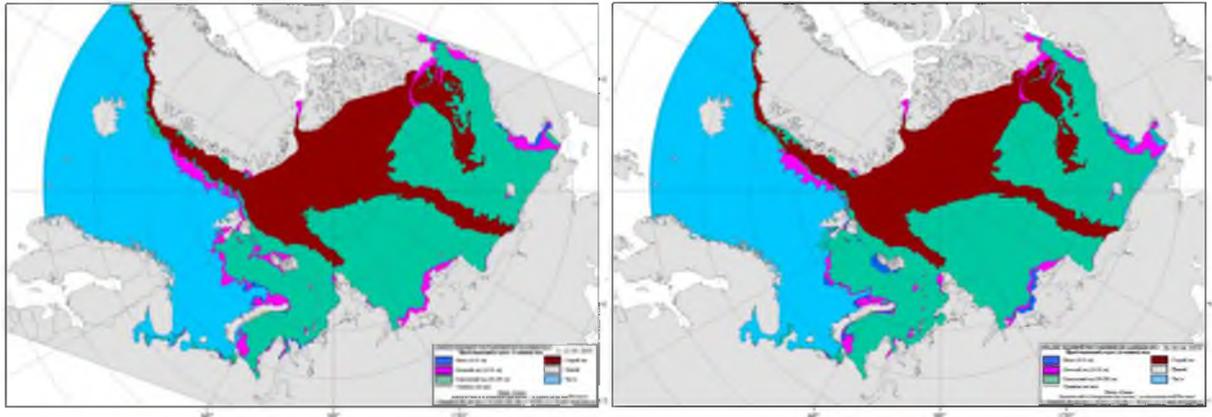


Рисунок 8 – Карты анализа ледовой обстановки по данным ИСЗ на 21-23.2019 (слева) и 28-30.2019 (справа) [8]

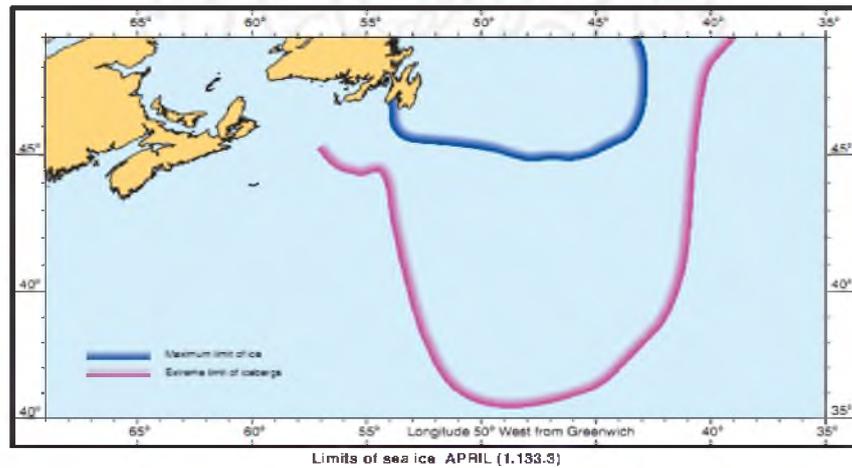


Рисунок 9 – Морские границы распространения льда в районе Ньюфаундленской банки [9]

Поэтому закономерно предположить, что на момент проработки маршрута «северный» являлся наивыгоднейшим, а «южный» был непригоден в связи с гидрометеорологическими условиями.

Обсудим решение об окончательном выборе маршрута судна. Для начала определим направление и скорость ветра. Направление ветра определяется по расположению изобар на прогностических картах с учетом отклонения на угол 15° в сторону низкого давления (рисунок 10) в необходимой четверти горизонта.

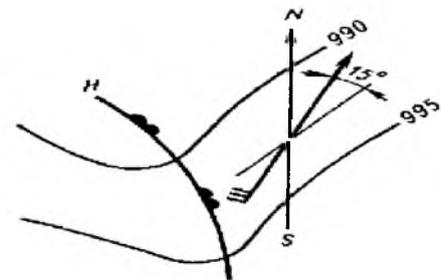


Рисунок 10 – Определение направления ветра на картах погоды [10]

Например, если в прогнозе указывается ветер юго-западной четверти, то это означает, что в течение срока действия прогноза ожидается ветер от SSW до WSW направлений.

Сила ветра дается в баллах по 12-балльной шкале Бофорта, принятой в судождении, при этом ветер до 5 баллов и свыше 8 баллов имеет диапазон 2 балла (2-4 балла, 10-12 баллов и т. д.), а при силе ветра 5-8 баллов диапазон уменьшается до 1 балла.

Наиболее удобно, быстро и надежно определять скорость геострофического ветра по приземному барическому полю с помощью градиентной линейки (рисунок 11).

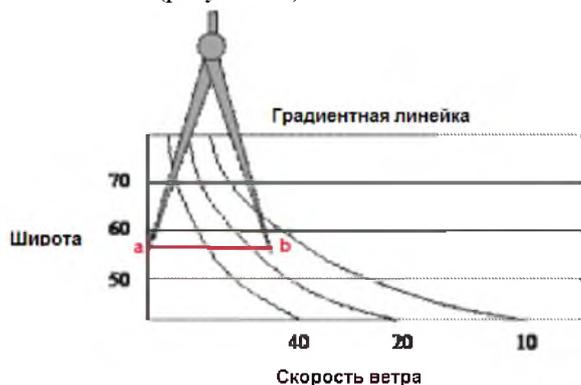


Рисунок 11 – Градиентная линейка [10]

Для расчёта скорости ветра необходимо раствором циркуля измерить расстояние между соседними изобарами в районе точки местоположения судна и прогноза, не изменяя раствора циркуля перенести отрезок на градиентную линейку, размещённую на карте.

В точке географической широты определяемой скорости ветра, расположенной на левой границе линейки, необходимо установить одну из ножек циркуля и отложить измеренный отрезок до наклонной кривой скорости геострофического ветра.

Таблица 1 – Отклонения ветра вблизи поверхности моря

Широта	0°	5°	10°	20°	40°	60°	70°	80°	90°
Угол отклонения	90°	58°	38°	32°	30°	28°	28°	20°	8°

Таким образом, на 26 апреля в зоне тепло-го фронта (рисунок 13а) ожидается ветер SW и S направления силой 7-8 баллов (25-30 узлов) с прогнозируемой высотой волн 3,5-6 метров. В тылу холодного фронта ветер NW и W силой 8-9 баллов (30 узлов) с прогнозируемой высотой волн 6-8 метров.

В районе пролива Северный ветер преимущественно W направления силой 5-6 баллов (15 узлов) с прогнозируемой высотой волн 2-3,5 метра.

На 27 апреля в Ла-Манше (рисунок 13б) ожидается ветер NW и W силой 11-12 баллов

С верхней (или нижней) рамки линейки снять отсчёт, он указан в узлах. Умножив полученное значение на 0,5, получим значение в м/с - скорость геострофического ветра (V_g).

Скорость реального ветра (U), определяется по формуле [10]:

$$U = V_g * K \quad (K = 0,6 - \text{летом и } 0,8 - \text{зимой}). \quad (5)$$

Или с помощью формулы [10]:

$$W_g = c_x \frac{4,8}{\sin \varphi} * \frac{\Delta p}{\Delta n} \cos \varepsilon \varphi, \quad (6)$$

где: W_g – скорость геострофического ветра, м/с;

φ – широта точки С (место судна);

ΔP – разность давления между точками «а» и «b» в мб;

Δn – расстояние между точками «а» и «b» в градусах меридиана ($1^\circ = 60$ миль) – рисунок 12.

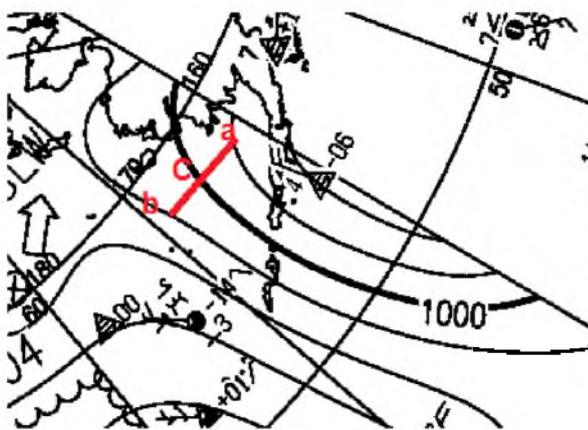


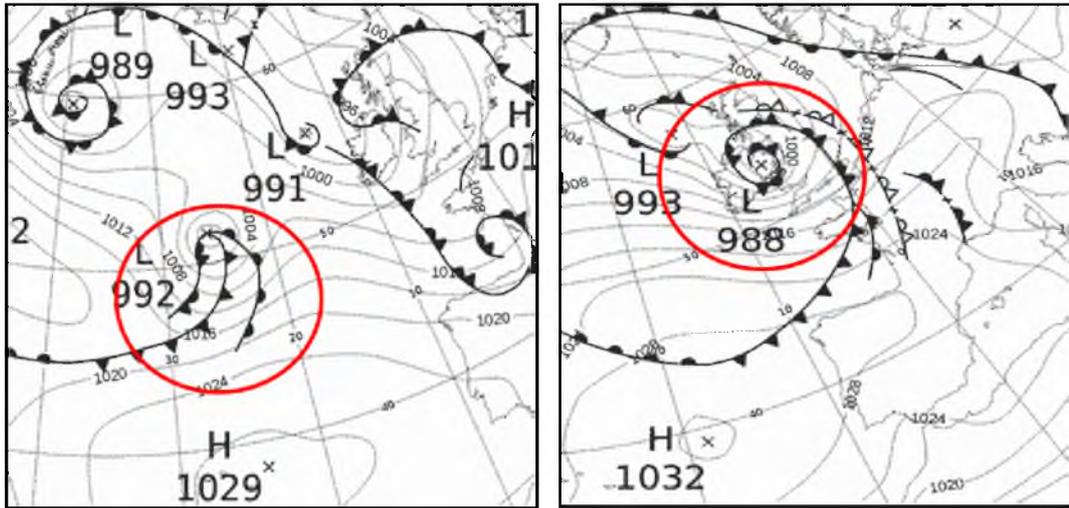
Рисунок 12 – Определение $\frac{\Delta p}{\Delta n}$

Необходимо помнить, что ветер отклоняется по направлению вблизи поверхности моря в зависимости от широты места – таблица 1 [10].

(более 60 узлов) с прогнозируемой высотой волн 8.5-11 метров.

В районе пролива Северный ветер преимущественно W и N-W силой 2-4 баллов (10 узлов) и далее по маршруту судна 5-6 баллов (15-20 узлов) с прогнозируемой высотой волн 2-3 метра.

Остается рассчитать потери скорости судна по ДБК₁ и ДБК₂ на 26.04.2019 г., используя формулы (3,4) с учетом данных, снятых с карт погоды.



а – 26.04.2019 б – 27.04.2019

Рисунок 13 – Шторм «Ханна»

Представим эти расчеты.

1) «Северный» маршрут по ДБК₁ (через пролив Северный):

$$V_{п1} = 15 - ((0,5 \cdot 3^{0,5}(0,745 \cdot 3 - 0,275 \cdot 0,1 \cdot 3) \cdot (1 - 0,831 \cdot 0,000001 \cdot 15)) = 13,14 \text{ узл.}$$

$$V_{п2} = 15 - ((0,5 \cdot 2,5^{0,5}(0,745 \cdot 2,5 - 0,275 \cdot 0,38 \cdot 2,5) \cdot (1 - 0,831 \cdot 0,000001 \cdot 15)) = 13,73 \text{ узл.}$$

$$V_{п3} = 15 - ((0,5 \cdot 1^{0,5}(0,745 \cdot 1 - 0,275 \cdot 0 \cdot 1) \cdot (1 - 0,831 \cdot 0,000001 \cdot 15)) = 14,63 \text{ узл.}$$

Найдем средние потери по «северному» маршруту:

$$V_{п\text{ ср}} = 13,14 + 13,73 + 14,63 = 13,8 \text{ узла.}$$

2) «Южный» маршрут по ДБК₂ (узловая точка – м. Фастнет):

$$V_{п1} = 15 - ((0,5 \cdot 6^{0,5}(0,745 \cdot 6 - 0,275 \cdot 0,1 \cdot 6) \cdot (1 - 0,831 \cdot 0,000001 \cdot 15)) = 9,62 \text{ узл.}$$

$$V_{п2} = 15 - ((0,5 \cdot 3,5^{0,5}(0,745 \cdot 3,5 - 0,275 \cdot 0,21 \cdot 3,5) \cdot (1 - 0,831 \cdot 0,000001 \cdot 15)) = 12,75 \text{ узл.}$$

$$V_{п3} = 15 - ((0,5 \cdot 1^{0,5}(0,745 \cdot 1 - 0,275 \cdot 0,16 \cdot 1) \cdot (1 - 0,831 \cdot 0,000001 \cdot 15)) = 14,65 \text{ узл.}$$

Найдем средние потери по «южному» маршруту:

$$V_{п\text{ ср}} = 9,62 + 12,75 + 14,65 = 12,34 \text{ узла.}$$

Повторно рассчитаем скорости судна с учетом потерь на каждом маршруте:

$$V_{пN} = 13,8 \text{ узла.}$$

$$V_{пS} = 12,34 \text{ узла.}$$

Оценим время (t_x) и расход топлива за рейс на каждом маршруте:

«Северный» маршрут:

$$t_{xN} = 2436,6 / 13,8 = 176,5 \text{ часа} = 7 \text{ суток } 8 \text{ часов}$$

«Южный» маршрут:

$$t_{xS} = 2527,9 / 12,34 = 204,9 \text{ часа} = 8 \text{ суток } 6 \text{ часов.}$$

Таким образом, разница во времени между маршрутами составляет 22 часа в пользу «северного». Он короче по времени.

Оценим расход топлива.

При среднем расходе топлива 30 тонн в сутки:

На «северном»

$t_N \rightarrow 220,7 \text{ тонн}$	} Разница в расходе топлива $\rightarrow 35,4 \text{ тонны}$
$t_S \rightarrow 256,1 \text{ тонн}$	

Заключение.

На момент приближения шторма «Ханна» наивыгоднейшим маршрутом является «северный». Он короче по сравнению с «южным» по времени на 22 часа, более эффективен, т.к. на нем экономится около 35 тонн топлива, что по примерным ценам в Великобритании на момент запроса (505\$ долларов за тонну) составляет 17877 \$ [11].

Анализ ледовой обстановки также позволил удачно пройти «северным» маршрутом без входа в лед, избежав зоны шторма «Ханна», действующего на момент анализа ситуации в Ла-Манше.

Что же касается общих вопросов расчета наивыгоднейшего пути судна или его частного курса, полезно иметь таблицу потерь скорости хода для различной силы ветра и степени волнения при курсовых углах 0, 45, 90, 135, 180°.

Такая таблица может быть легко составлена штурманским составом по данным, заносимым в судовую журнал, путем осреднения потерь скорости хода для одинаковой силы и направления ветра. По данным таблицы легко построить график потерь скорости хода для данного судна и состояния загрузки, которым можно пользо-

ваться при аналогичном воздействии ветра и волнения в последующих рейсах.

Литература

1. Admiralty Ocean Passages for the World, NP136 – Published by the United Kingdom Hydrographic office, 1986. – 256 p.
2. Дремлюг В.В., Шифрин Л.С., Навигационная гидрометеорология: учебник для ВУЗов морского транспорта. Издание 2-е, переработанное и дополненное. – М.: "Транспорт", 1978. – 304с.
3. Справочник по навигационной метеорологии / Д.И. Стехновский, К.П. Васильев. – М.: Транспорт, 1976.
4. Шевелев В.Я., Практическая метеорология: учебное пособие. – Новороссийск: Государственный морской университет имени адмирала Ф.Ф. Ушакова, 2015.
5. Тульчинский Ю.И. Разработка комплексной модели прогноза и анализа поведения судна на волнении: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Новороссийск: НГМА, 2003. – 24с.
6. Перпина Л.А. Оптимизация судоходных маршрутов Индийского океана на основе сокращения времени перехода (в условиях внешних воздействий) на примере перехода из Ормузского пролива до Кейптауна//Эксплуатация морского транспорта.– 2018.– выпуск № 2 (87). – 59 с.
7. Погода и изменение климата – Мет Офис.//[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.metoffice.gov.uk/>(дата обращения 25.05.2019)
8. Обзорные карты состояния ледового покрова Северного Ледовитого океана//[Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://www.aari.ru/>(дата обращения 07.06.2019)
9. Nova Scotia and Bay of Fundy Pilot, NP 59, Published by the United Kingdom Hydrographic office, 2005. – 273p.
10. Боран-Кешишьян А.Л., Астреина Л.Б. Гидрометеорологическое обеспечение судоходства: лабораторный практикум.– Новороссийск: РИО ГМУ им. адм. Ф.Ф. Ушакова, 2017 – 25 с.
11. Новости о доставке и указание цен на бункер//[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://shipandbunker.com/> (дата обращения 10.06.2019).
12. Шорохов В.Н. Организация сбора и распространения гидрометеорологической информации: учебное пособие для обучения курсантов (студентов) на факультетах военного обучения (военно-морских кафедрах) гражданских вузов / В.Н. Шорохов, М.Ю. Осокин, Е.В. Хекерт; Федеральное гос. образовательное учреждение высш. проф. образования "Морская гос. акад. им. Ф. Ф. Ушакова". – Новороссийск, 2010.
13. Астреин В.В., Кондратьев С.И., Боран-Кешишьян А.Л. Задача самоорганизации групп

судов для предупреждения столкновений//Эксплуатация морского транспорта.– 2016.– № 1 (78).– С. 32-38.

Reference

1. Admiralty Ocean Passages for the World, NP136 – Published by the United Kingdom Hydrographic office, 1986. – 256 p.
2. Dremlyug V.V., SHifrin L.S., Navigacionnaya gidrometeorologiya: uchebnik dlya VUZov morskogo transporta. Izdanie 2-e, pererabotannoe i dopolnennoe. – М.: "Transport", 1978. – 304s.
3. Spravochnik po navigacionnoj meteorologii / D.I.Stekhnovskij, K.P.Vasil'ev.– М.: Transport, 1976.
4. Shevelev V.YA., Prakticheskaya meteorologiya:uchebnoe posobie.– Novorossijsk: Gosudarstvennyj morskoy universitet imeni admirala F.F. Ushakova, 2015.
5. Tul'chinskij YU.I. Razrabotka kompleksnoj modeli prognoza i analiza povedeniya sudna na volnenii: Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk. – Novorossijsk: NGMA, 2003. – 24s.
6. Pershina L.A. Optimizaciya sudohodnyh marshrutov Indijskogo okeana na osnove sokrashcheniya vremeni perekhoda (v usloviyah vneshnih vozdeystvij) na primere perekhoda iz Ormuzskogo proliva do Kejptau-na//Ekspluataciya morskogo transporta.– 2018.– vypusk № 2 (87). – 59 s.
7. Pogoda i izmenenie klimata – Met Ofis.//[Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: [https://www.metoffice.gov.uk/\(data obrashcheniya 25.05.2019\)](https://www.metoffice.gov.uk/(data obrashcheniya 25.05.2019))
8. Obzornye karty sostoyaniya ledovogo pokrova Severnogo Ledovitogo okeana.//[Elektronnyj re-surs]. – Rezhim dostupa:[http://www.aari.ru/\(data obrashcheniya 07.06.2019\)](http://www.aari.ru/(data obrashcheniya 07.06.2019))
9. Nova Scotia and Bay of Fundy Pilot, NP 59, Published by the United Kingdom Hydrographic office, 2005. – 273r.
10. Boran-Keshish'yan A.L., Astreina L.B. Gidrometeorologicheskoe obespechenie sudovozhdeniya: laboratornyj praktikum.– Novorossijsk: RIO GMU im. adm. F.F. Ushakova, 2017 – 25 s.
11. Novosti o dostavke i ukazanie cen na bunker//[Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://shipandbunker.com/> (data obrashcheniya 10.06.2019).
12. Shorohov V.N., Osokin M.YU., Hekert E.V. Organizaciya sbora i rasprostraneniya gidrometeorologicheskoy in-formacii. Uchebnoe posobie dlya obucheniya kursantov (studentov) na fa-kul'tetah voennogo obucheniya (voenno-morskih kafedrah) grazhdanskih vuzov / V.N. SHorohov, M.YU. Osokin, E.V.Hekert; Federal'noe gos. obrazo-vatel'noe uchrezhdenie vyssh. prof. ob-razovaniya "Morskaya gos. akad. im. F. F. Ushakova". Novorossijsk, 2010.
13. Astrein V.V., Kondrat'ev S.I., Boran-Keshish'yan A.L. Zadacha samoorganiza-cii grupp sudov dlya preduprezhdeniya stolknovenij/Ekspluataciya morskogo transporta. 2016. № 1 (78). S. 32-38.