

Раздел 2 СУДОВОЖДЕНИЕ, ВОДНЫЕ ПУТИ СООБЩЕНИЯ И ГИДРОГРАФИЯ

УДК 656.61

DOI: 10.34046/aumsuomt100/7

НОВОРОССИЙСКАЯ БОРА И АВАРИЙНЫЕ СИТУАЦИИ С СУДАМИ ВО ВРЕМЯ ЕЕ ДЕЙСТВИЯ

*Л.Б. Астреина, кандидат географических наук, доцент,
С.И. Кондратьев, доктор технических наук, профессор
Н.А. Штырхунова, кандидат филологических наук
М.М. Мурасин, курсант*

Учет гидрометеорологических факторов при плавании судов в сложных погодных условиях регламентируется Международной конвенцией о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты [1]. Недооценка этого важнейшего компонента безопасности судоходства при плавании в сложных погодных условиях акваторий порта Новороссийск может привести к катастрофическим последствиям, описание которых не трудно найти в соответствующих источниках.

Данная статья посвящена анализу новороссийской боры и случаям гибели судов в период ее действия. Дано описание погодных условий при боре, приведена статистика, сделаны предварительные выводы и даны рекомендации.

Ключевые слова: инцидент, судно, погодные условия, Новороссийская бора.

THE EFFECT OF NOVOROSIYSKAYA BORA ON SHIP ACCIDENTS

L. Astreina, S. Kondratiev, N. Shtyrkhunova, M. Murasin

The necessity of taking the hydrometeorological factors into consideration by ships navigating in the adverse weather conditions is stipulated in the International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers [1]. In case of diminishing the significance of these factors as an important component for ensuring the safety of ships when navigating in the waters of Novorossiysk port in the adverse weather conditions it may result in the catastrophic consequences the description of which can be found in the relevant publications.

The Paper analyses the effect of the Novorossiyskaya bora upon ships contributing to their sinking. It covers a description of sea and weather conditions while the bora is blowing as well as statistical data. The preliminary findings are made and the appropriate recommendations given.

Key words: accident, ship, weather conditions, Novorossiyskaya bora.

Введение

Учет гидрометеорологических факторов при плавании судов в сложных погодных условиях регламентируется Международной конвенцией о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты [1]. Недооценка этого важнейшего компонента безопасности судоходства при плавании в сложных погодных условиях может привести к катастрофическим последствиям, описание которых не трудно найти в соответствующих источниках, например в [2].

В порту Новороссийск из-за сложных гидрометеорологических условий работа самого порта и портовых комплексов заметно затрудняется, судоходство в акваториях порта становится сложным, а порой катастрофическим. Это наглядно подтверждают аварийные случаи в порту и его акваториях в периоды действия боры.

Особенности Новороссийской боры

Для безопасного судоходства в акваториях порта Новороссийск судоводителям необхо-

димо знать особенности местных ветров, например, боры.

Новороссийская бора – это холодный, порывистый и сухой ветер северо-восточного направления, который возникает вследствие большой разницы температур с обеих сторон хребта Варада. Он наступает в виде обвала холодной массы через Маркотхский перевал и усиливается его рельефом.

Численной мерой режима обтекания потоком воздуха горы служит число Фруда $Fr = U / hN$.

Скорость ветра при боре может достигать 40-50 м/с, а в порывах и более [3]. При этом горы накрываются шапкой облачности – рисунок 1.

При наступлении боры линии тока сгущаются над хребтом – это обстоятельство является причиной формирования узкой полосы (зоны) сильных ветров, которые приобретают форму струи (рисунок 2).



Рисунок 1 – Облачная шапка Новороссийской боры [https://www.meteovesti.ru]

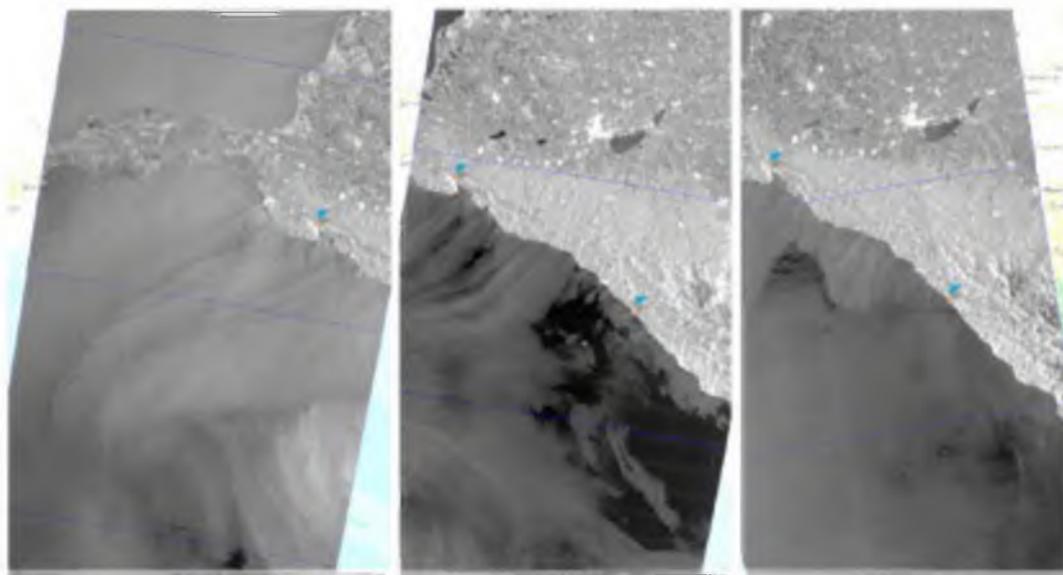


Рисунок 2 – Формирование струи сильных ветров при боре [3]

Бора в Новороссийске возникает, когда сформированное струйное течение опускается вниз по склону хребта, достигая поверхности земли, а за счет действия силы тяжести ее первоначальная скорость получает дополнительное ускорение равное 8 м/с.

В открытых акваториях порта Новороссийск бора обычно фиксируется на дистанции 5 миль от берега, а ее влияние распространяется еще на более значительную акваторию. При этом, скорость ветра в восточной части Цемесской бухты больше, чем в ее западной.

Бора вызывает волнение, которое создает короткие и чрезвычайно крутые волны вследствие ограниченных размеров самой бухты. Волнение в различных частях бухты различно. У восточного берега есть зона затишья шириной 100-

150 м., где волнение не превышает двух дециметров. К западу волнение усиливается и достигает максимального значения – 30 дециметров[4].

В момент прихода боры море начинает парить, штормовой ветер срывает с ее поверхности брызги, которые быстро намерзают на суда, вызывая их обледенение. Отмечены случаи толщины ледовой корки около 4 м. [4].

Подобное обледенение может привести к опрокидыванию судов – рисунок 3.

Продолжительность новороссийской боры в среднем составляет период от 2 до 7 дней.

Метеорологами разработана классификация боры в зависимости от потоков холодного воздуха, их двухслойности, от движения холодных фронтов и т.д.[5]. Существует несколько раз-

новидностей боры, а именно: стоковая; внутри-массовая; муссонная; фронтальная; смешанная и верховая бора.

На рисунке 4 представлены условия формирования боры.



Рисунок 3 – Обледенение судна во время боры [https://pikabu.ru]



Рисунок 4 – Условия формирования боры [https://commons.wikimedia.org]

В среднем за год в Новороссийске отмечается 46 дней с борой. Максимум повторяемости боры наблюдается осенью, а точнее в ноябре, из них половина случаев с ветром не менее 20 м/с. Максимальная скорость ветра при боре составляет 40 м/с, на перевале до 60 м/с.

Среднее количество суток с борой и минимальная температура воздуха за период с 1901 по 2017 гг. представлены в таблице 1 [6].

На рисунке 5 представлены розы ветров, построенные по данным из СНиП 2.01.01-82 «Строительная климатология и геофизика».

Повторяемость направлений ветра за год представлена на рисунке 6.

Таблица 1 – Среднее количество суток с борой и минимальная температура воздуха во время боры по месяцам за период с 1901 по 2017 гг. [6]

Параметры	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Продолжительность боры, сут.												
1-2	112	124	141	103	71	35	47	62	98	137	128	105
3-4	41	44	21	13	9	4	3	7	30	36	35	43
5-6	13	8	8	2	2	-	-	-	2	4	3	11
≥ 7	3	2	4	-	1	-	-	-	5	-	4	3
Общее количество случаев боры	169	177	174	118	83	39	50	69	135	177	170	162
Повторяемость боры, %	4,7	5,4	4,8	3,4	2,5	1,1	1,4	1,9	3,8	4,9	4,8	4,5



Рисунок 5 - Розы ветров, построенные по данным из СНиП 2.01.01-82 «Строительная климатология и геофизика» [http://stroydocs.com]

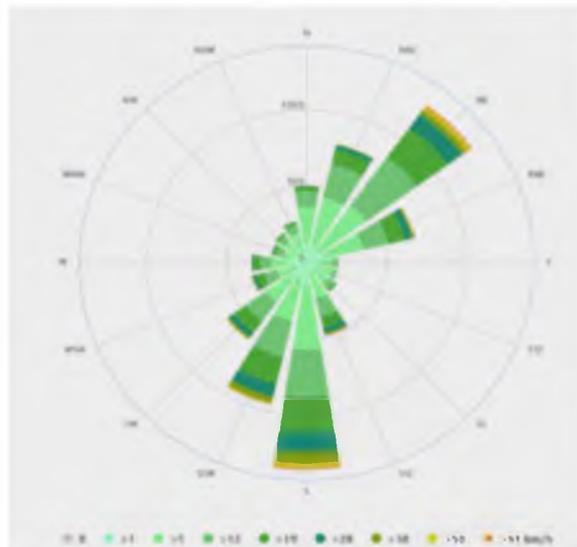


Рисунок 6 – Повторяемость направлений ветра в порту Новоросийск

Из анализа рисунка следует, что преобладающим по направлению является северо-восточный ветер – 28-36% (зимой) и до 45% – летом. Некоторое уменьшение повторяемости ветров данного направления в зимний период объясняется циклонической циркуляцией в результате которой возрастает доля ветров от южной до северо-западных четвертей [2].

В таблице 2 приведены сведения о повторяемости ветров в порту Новоросийск, в том числе и северо-восточного направления на основе данных о погоде (станций и постов, а также автоматических датчиков, расположенных в порту Новоросийск) (рисунок 7).

Рисунок 8, расположенный ниже, демонстрирует поля скорости ветра и температуры для боры 9 февраля 2017 г., а также локальные области максимального ветра со скоростью более 27 м/с [6].

Таблица 2 – Повторяемость ветров в порту Новоросийск

в январе, %								в июле, %							
С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
16	11	1	11	16	6	4	35	13	17	4	17	8	7	6	28

Исследовано, что по мере удаления от берега скорости ветра медленно уменьшаются. В районе значительных скоростей ветра вблизи берега выделяются большие градиенты температуры у поверхности воды. В прибрежной области, которая примыкает к подветренному склону гор, температура варьирует от 5 до 7°C. Этот эффект непосредственно связан с особенностями развития боры [5].

Все вышеперечисленные условия создают сложности для судовождения в акваториях порта Новоросийск. Иногда суда погибают от ударов стихии (боры) из-за невыполнения капитанами предписаний портовой администрации и, в конечном итоге, из-за недооценки этого страшного явления природы.

Так в Новоросийске 9 декабря 2002 года при боре погибли несколько судов – рисунок 9.



Рисунок 7 – Расположение станций и постов, а также автоматических датчиков, в порту Новороссийск [http://900igr.net/]

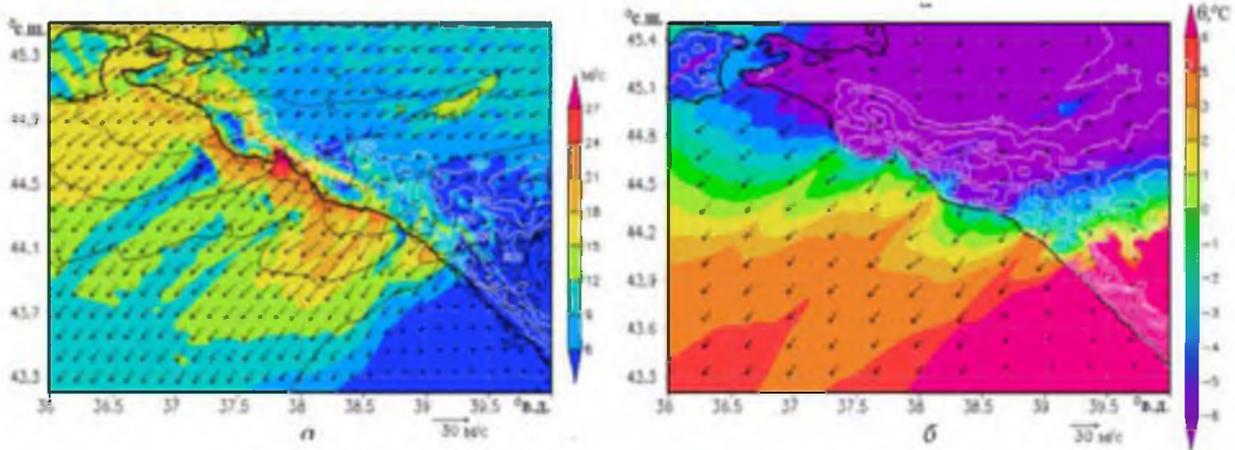


Рисунок 8 – Поля скорости ветра и температуры для боры в 00 ч 9 февраля 2017 г.: поле скорости ветра на высоте 10 м (стрелки) и модуль скорости ветра (цвет), поле потенциальной температуры на высоте 2 м (изолинии) – а, поле потенциальной температуры на высоте 2 м (цвет) и поле ветра (стрелки) – б [6]



Рисунок 9 – Суда после боры [https://m.ok.ru]

Хронология событий

При усилении северо-восточного ветра и волнении моря 4-5 баллов 6 декабря 2002 года в Новороссийске объявили штормовую готовность №1 [7].

На ГС «Арктика» и БГК-775 были получены соответствующие предупреждения. По приказам капитанов обоих судов были выполнены все надлежащие мероприятия, направленные на обеспечение безопасности судов и экипажей в целом.

7 декабря в 18.00 ветер вновь начал усиливаться. В связи с этим для безопасной стоянки судов были заведены дополнительные концы по левому борту.

В 5.00 8 декабря волнение моря у мола причала №35 составляло 3-4 балла. Волны захлестывали суда. Температура падала, на судах (на надстройке и на палубе) начала образовываться ледяная корка.

В 9 часов 30 минут 8 декабря капитаны приказали экипажам судов скалывать лед.

К 16.00 8 декабря снова температура воздуха упала. Обледенение судов продолжилось. При этом образовался статический крен до 3 градусов. Для управления ситуации второй механик «Арктики» произвел перекачку топлива из цистерн левого борта в топливные цистерны правого борта. Остойчивость была восстановлена. Запасы топлива на этот момент составляли меньше трети. При такой ситуации (количестве топлива и воды в днищевых цистернах), обледенении надстроек и палубы, поперечная остойчивость судов начала стремительно снижаться [7].

Дальше начались непростительные ошибки в борьбе за живучесть судна, а именно не был произведен прием забортной воды в днищевые и балластные цистерны, не были перемещены грузы в нижние отсеки – это могло бы повысить остойчивость.

Скалывание льда продолжилось.

На БГК-775 по необоснованным причинам была поднята кормовая стрела до упора вверх, что естественно привело к уменьшению остойчивости.

При ведении борьбы за живучесть в экстремальных условиях многие моряки получили обморожения и различные травмы.

Ночью 8 декабря крен на «Арктике» достиг 12 градусов на левый борт.

К 5 часам 30 минутам 9 декабря крен на «Арктике» вырос до 25 градусов на левый борт. Люди начали покидать судно. Верхняя палуба к тому времени уже вошла в воду на полметра.

Обстановка осложнялась сложными гидрометеорологическими и навигационными условиями.

Своевременное решение выхода «Арктики» на внешний рейд и перешвартовка БГК-775 в соответствии с рекомендациями лоции Черного моря и «Обязательным постановлением» порта Новороссийск спасли бы ситуацию и последствия были бы иными.

Известно, что при получении штормового предупреждения об усилении ветра северо-восточного направления более 30 метров в секунду судам, стоящим у причалов, необходимо заблаговременно предпринять действия по отходу от причалов на якорные стоянки либо покинуть морской порт [8, 11].

Также известно, что при получении штормового предупреждения, фактическом увеличении высоты волны более одного метра или в случаях, когда стоянка судна становится небезопасной, суда длиной менее 90 метров, должны отойти на якорные стоянки либо покинуть морской порт [8].

При наступлении штормовых погодных условий, которые могут повлечь за собой возникновение аварийных ситуаций с судами и представляют угрозу жизни и здоровью людей, безопасности мореплавания и окружающей среде, по указанию капитана морского порта суда могут быть поставлены к свободным безопасным причалам до прекращения действия вышеуказанных условий [8, 10].

Судно, поставленное на длительную стоянку, должно быть ошвартовано к причалу, у которого обеспечивается безопасная стоянка судна так, чтобы оно не препятствовало движению судов и грузовым операциям в морском порту [8, 9].

Заключение

Ежегодно в Новороссийске бывает около 50 дней с борой, особенно часто она наблюдается в ноябре и марте. Новороссийская бора иногда охватывает все побережье от Анапы до Туапсе, включая Джубгу.

Преобладающим по направлению является северо-восточный ветер – 28-36% зимой и до 45% летом. Некоторое уменьшение повторяемости ветров данного направления в зимний период объясняется циклонической циркуляцией в результате которой возрастает доля ветров от южной до северо-западной четвертей. При новороссийской боре облачная зона распространяется в море на расстояние 150- 300 миль от берега [2].

Площадь, охваченная новороссийской борой на воде, достигает 90 тыс. км [3, 4].

За счет расходимости воздушного потока скорость ветра по мере удаления от берега уменьшается и на расстоянии 150 миль она вдвое или втрое меньше, чем на побережье.

Во избежание инцидентов на море, судовождение в акваториях порта Новороссийск должно подчиняться правилам плавания и «Обязательным постановлениям» порта Новороссийск, а также судоводители обязаны знать синоптические условия образования новороссийской боры и быть готовыми к ее «сюрпризам».

При осуществлении морских операций в условиях штормов имеет неоспоримое значение фактор безопасности и предсказуемость последствий. В связи с этим, гидрометеорологические особенности порта Новороссийск, примеры инцидентов по погодным условиям с разбором и рекомендациями могут быть полезны.

Литература

1. Международная конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты. — Лондон: ИМО, 2013. — 413 с.
2. Астреина Л.Б., Субанов Э.Э. О необходимости изучения погодных условий акватории порта Новороссийск. //Эксплуатация морского транспорта – 2019.– № 2(91).
3. Иванов А. Ю. Местные кatabатические ветры Российской Федерации и их наблюдение с помощью космической радиолокационной съемки. //Исследование земли из космоса,– 2019.– № 5 – С. 15-35.
4. Новороссийская бора. <https://meteoinfo.ru/novosti/8520-28012014->. Дата обращения 20.07.2021 г.
5. Ефимов В. В., Комаровская О. И. Крупномасштабные особенности новороссийской боры.// Морской гидрографический журнал.– 2017.– № 4 (196). – С 26-35.
6. Ефимов В. В., Комаровская О. И., Баянкина Т. М. Временные характеристики и синоптические условия образования экстремальной новороссийской боры.// Морской гидрографический журнал – 2019.– Том 35 – № 5.
7. "Арктическая зима" в Новороссийске. <https://flot.com/nowadays/structure/black/arcticwinter.htm>. Дата обращения 18.07.2021 г.
8. Сборник обязательных распоряжений и постановлений по морскому порту Новороссийск (с приписным портпунктом Анапа) и морскому порту Геленджик. [Электронный ресурс]. URL: http://www.rosmorport.ru/media/File/nvr/loc/NVR_regulations.pdf. (дата обращения 18.07.2021).
9. Боран-Кешишьян А.Л., Астреин В.В., Кондратьев С.И. Формализация общей стратегии принятия решений для достижения комплексной безопасности судна// Морские интеллектуальные технологии.– 2019.– № 1-2 (43).– С. 127-131.
10. Кондратьев С.И. Обеспечение безопасности плавания транспортных судов в порту при маневрировании в операционной акватории причала [Текст] / С.И. Кондратьев, В.В. Устинов // Транспортное дело России – 2012 – № 6-2 – С. 196-197.
11. Шорохов В.Н. Организация сбора и распространения гидрометеорологической информации [текст]: учебное пособие для обучения курсантов (студентов) на факультетах военного обучения (военно-морских кафедрах) гражданских вузов / В.Н. Шорохов, М.Ю. Осокин, Е.В. Херкерт.– Новороссийск: "Морская гос. акад. им. Ф. Ф. Ушакова", 2010.

References

1. Mezhdunarodnaya konvenciya o podgotovke i diplomirovani moryakov i neseni vahty. — London: IMO, 2013. — 413 s.
2. Astreina L.B., Subanov E.E.. O neobходимosti izucheniya pogodnyh uslovij akvatorii porta Novorossiysk. «Ekspluatatsiya morskogo transporta» № 2(91). – Novorossiysk: RIO GMU im. adm. F. F. Ushakova, 2019.
3. Ivanov A. YU.. Mestnye katabaticheskie vetry Rossijskoj federacii i ih nablyudenie s pomoshch'yu kosmicheskoy radiolokacii s"emki. Issledovanie zemli iz kosmosa, 2019, № 5, s. 15–35
4. Novorossiyskaya bora. <https://meteoinfo.ru/novosti/8520-28012014->. Data obrashcheniya 20.07.2021 g.
5. Efimov V. V., Komarovskaya O. I.. Krupnomasshtabnye osobennosti novorossijskoj bory. Morskoj gidrograficheskij zhurnal. № 4 (196). 2017. S: 26-35
6. Efimov V. V., Komarovskaya O. I., T. M. Bayankina. Vremennye harakteristiki i sinopticheskie usloviya obrazovaniya ekstremal'noj novorossijskoj bory. Morskoj gidrograficheskij zhurnal. Tom 35 № 5 2019.
7. "Arkticheskaya zima" v Novorossiyske. <https://flot.com/nowadays/structure/black/arcticwinter.htm>. Data obrashcheniya 18.07.2021 g.
8. Sbornik obyazatel'nyh rasporyazhenij i postanovlenij po morskomu portu Novorossiysk (s pripisnym portpункtom Anapa) i morskomu portu Gеленджик. [Elektronnyj resurs]. URL: http://www.rosmorport.ru/media/File/nvr/loc/NVR_regulations.pdf. (data obrashcheniya 18.07.2021).
9. Boran-Keshish'yan A.L., Astrein V.V., Kondrat'ev S.I. Formalizatsiya obshchej strategii prinyatiya reshenij dlya dostizheniya kompleksnoj bezopasnosti sudna// Morskie intellektual'nye tekhnologii. 2019. № 1-2 (43). S. 127-131.
10. Kondrat'ev S.I. Obespechenie bezopasnosti plavaniya transportnyh sudov v portu pri manevrirovani v operacionnoj akvatorii причала [Текст] / S.I. Kondrat'ev, V.V. Ustinov // Transportnoe delo Ros-sii. 2012. № 6-2. S. 196-197.
11. Shorohov V.N. Organizatsiya sbora i raspostraneniya gidrometeorologicheskoy informacii

[tekst] / V.N. SHorohov, M.YU. Osokin, E.V. Hekert // uchebnoe posobie dlya obucheniya kursantov (studentov) na fakul'tetah voennogo obucheniya (voenno-morskih kafedrah) grazhdanskih vuzov /

Federal'noe gos. obrazovatel'noe uchrezhdenie vyssh. prof. obrazovaniya "Morskaya gos. akad. im. F. F. Ushakova". Novorossiysk, 2010.

УДК: 656.61.052.4

DOI: 10.34046/aumsuomt100/8

АДАПТАЦИЯ ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОГО СГЛАЖИВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ СУДНА

А.Н. Штанько, аспирант

В статье произведена адаптация математической модели прогнозирования угловой скорости движения судна методом экспоненциального сглаживания. Предложен способ выбора параметра адаптации с использованием скользящего контрольного сигнала методом Тригга-Лича. Определены оптимальные коэффициенты постоянной сглаживания.

Ключевые слова: маневрирование судна, адаптация, метод экспоненциального сглаживания, параметр адаптации, метод Тригга-Лича.

ADAPTATION OF EXPONENTIAL SMOOTHING OF VESSEL MOTION PARAMETERS

A. N. Shtanko

The article adapts a mathematical model for predicting the angular velocity of a vessel by the exponential smoothing method. A method for selecting the adaptation parameter using a sliding control signal by the Trigg-Lich method is proposed. The optimal coefficients of the smoothing constant are determined.

Keywords: ship maneuvering, adaptation, exponential smoothing method, adaptation parameter, Trigg-Lich method.

Одним из важных преимуществ методов параметрической идентификации является возможность использования рекуррентных алгоритмов, позволяющих проводить текущую идентификацию в реальном времени при номинальных режимах работы динамической системы (судна). В настоящее время наиболее распространены такие методы идентификации как метод наименьших квадратов, максимального правдоподобия, которые предполагают вычисление оценок параметров модели после формирования всего массива изменений входа-выхода объекта [1, 2, 8, 12, 13].

После идентификации модели и настройки параметров часто возникает задача обеспечения адаптации модели в реальном времени для повышения адекватности модели к изменившимся условиям. В свою очередь работа в реальном режиме времени, накладывает серьезные ограничения на алгоритмы адаптации. Такие алгоритмы должны обладать малой вычислительной сложностью и достаточной скоростью сходимости, что накладывает некоторые ограничения на применение рекуррентных алгоритмов идентификации.

При построении адаптивных систем управления судном необходимо учитывать и тот факт, что чем больше период упреждения, тем большее влияние на идентифицированную модель могут

оказывать различные в том числе непредсказуемые факторы. В связи с этим адаптивные модели в таких системах предназначаются, прежде всего, для краткосрочного прогнозирования [7].

У истоков адаптивного управления лежит простейшая модель экспоненциального сглаживания. Метод экспоненциального сглаживания применяется для прогнозирования нестационарных временных рядов и известен под названием метода Р. Брауна [5, 6, 7, 9, 10, 11].

Использование модели экспоненциального сглаживания предполагает решение следующих задач:

- выбор параметра адаптации α ;
- выбор начального условия адаптации S_0 ;
- выбор начального момента адаптации.

Наблюдаемые при управлении судном временные ряды описывает простейшая модель временного ряда

$$y_t = a_{0,t} + \varepsilon_t, \quad (1)$$

где $a_{0,t}$ – варьирующий во времени средний уровень ряда, ε_t – случайные неавтокоррелированные отклонения с нулевым математическим ожиданием. Прогнозная модель определяется равенством:

$$\hat{y}_{t+\tau} = \hat{a}_{0,t}, \quad (2)$$