

ОДЕССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МОРСКАЯ АКАДЕМИЯ

На правах рукописи

ИНТАБЛИ Мухаммед

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПЛАВАНИЯ
ПРИ МАНЕВРИРОВАНИИ
В ПОРТУ ЛАТАКИЯ (СИРИЯ)
И НА ПОДХОДАХ К НЕМУ**

Специальность 05.22.16 — «Судовождение»

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

О д е с с а — 1995

ЛННБ України ім.В.Стефаника



00777376 (.)

Работа выполнена в Одесской государственной морской академии.

Научные руководители:

— капитан дальнего плавания, кандидат технических наук,
профессор **Демин С. И.:**

— капитан дальнего плавания, кандидат технических наук,
доцент **Мальцев А. С.**

Официальные оппоненты:

— академик ТАУ, доктор технических наук, профессор, заслуженный
деятель науки и техники Украины **Кондрашихин В. Т.;**

— кандидат технических наук, доцент **Дудник С. А.**

Ведущая организация:

Черноморско-Азовское управление морских путей.

Защита состоится « 23 » марта 1995 г. в 10 часов на заседании
специализированного Совета К 101.01.01 по защите кандидатских диссер-
таций на соискание ученой степени кандидата технических наук в Одесской
государственной морской академии по адресу: 270029, Одесса, ул. Дид-
рихсона, 8.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке академии.

Автореферат разослан « 21 » февраля 1995 г.

Ученый секретарь
специализированного Совета
К 101.01.01,
доктор технических наук

И. В. Капитонов.

ЛННБ ім. В. Стефаника
АН України

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Несмотря на оснащение морских судов современными техническими средствами судовождения и совершенствование методов и средств управления, судоводитель в стесненных условиях не всегда может обработать большое количество информации, поступающей от различных источников - технических средств, докладов помощников и в результате визуального наблюдения. Задача значительно усложняется при плавании в условиях интенсивного судоходства и при ограниченной видимости. В таких случаях информация поступает с задержкой из-за необходимости выполнения дополнительных расчетов и, зачастую, запаздывает ко времени принятия решения. В результате судоводитель маневрирует на основании неполной или недостоверной информации, интуитивно, на основании личного опыта и знания основных закономерностей процесса движения судна, с учетом его динамических свойств.

Существующие данные о маневренных свойствах, которые должны быть на судах в соответствии с требованиями нормативных документов и рекомендаций, недостаточны для получения знания об их динамических характеристиках. Причиной тому является отсутствие обоснованных рекомендаций по методике использования сведений о маневренных характеристиках.

Поэтому проведение натурных наблюдений при выполнении лоцманских проводок и испытаний математических моделей судов для исследования маневренных характеристик и получения данных об их свойствах с целью выработки практических рекомендаций для судоводителей являются весьма актуальными.

Ц е л ь р а б о т ы состояла в исследовании путей повышения безопасности мореплавания при маневрировании на подходах к порту, при швартовках и выработке практических рекомендаций судоводителям.

Н а у ч н а я н о в и з н а р а б о т ы заключается:

- в систематизации способов расчета характеристик торможения и поворотливости, их классификации и разработке обобщенного алгоритма расчета характеристик торможения на судовой ПЭВМ;

- в выполнении широкомасштабных исследований на математической модели маневрирования ММ судна для изучения влияния ветра на значение пути и времени торможения при различных сочетаниях режимов переднего и заднего ходов для состояния в грузу и в балласте и разработке практических рекомендаций по учету влияния ветра;

- в исследовании процесса разгона судна из неподвижного состояния на прямом курсе и с переложенным рулем для всех режимов переднего хода в условиях ветра и при его отсутствии и разработке практических рекомендаций по маневрированию в стесненных условиях;

- в исследовании эксплуатационных характеристик одерживания поворота ММ судна при выполнении несимметричного зигзага для состояния в грузу и в балласте и разработке методики их учета при маневрировании;

- в исследовании процесса торможения ММ судна при пониженных скоростях движения и оценке величины тормозного пути по значению коэффициента энерговооруженности $K_{эн}$;

- в разработке комплексного подхода к обеспечению навигационной безопасности мореплавания на подходах и при швартовках в порту Латакия на основании испытаний, проведенных на ММ "Pilot" и натурных наблюдений при выполнении лоцманских проводок; обеспечение безопасного маневрирования достигается за счет надлежащей организации движения на подходах к порту и в припортовых водах, рационального маневрирования, учета внешних условий и знания маневренных свойств судна.

Предложено произвести разделение ответственности за безопасное маневрирование судна между капитаном и лоцманом, введены критерии оценки качества лоцманской проводки.

Методы исследования. Теоретическая часть работы включает анализ, систематизацию и классификацию способов получения инерционно-тормозных характеристик и характеристик поворотливости, а также разработку обобщенного алгоритма расчета тормозных характеристик. Для выполнения теоретической части работы использовался аппарат математического программирования, математической статистики, регрессионного анализа и решения дифференциальных уравнений.

Экспериментальная часть работы включает: натурные наблюдения лоцманских проводок одно- и двухвинтовых судов в порту Латакия (Сирия); испытания на математической модели одновинтового судна, разработанной профессором Деминым С.И. в ОГМА на кафедре "Управление судном", динамические характеристики которой совпадают с реальными характеристиками с относительной ошибкой менее 10%.

Практическая ценность. Областью практического применения выполненных разработок является судовождение, где полученные результаты позволят повысить безопасность мореплавания за счет предварительного планирования маневров.

Разработанный алгоритм и программа расчета тормозных характеристик могут быть использованы на судах для определения времени и значения тормозных путей при пассивном и активном торможении, разгоне и подтормаживании.

Разработаны практические рекомендации по учету влияния ветра на процесс торможения, разгона из неподвижного состояния на прямом курсе и с передоженным рулем.

Разработаны рекомендации по определению характеристик одерживания поворота и их учету при маневрировании.

Предложены аналитические зависимости и график для оценки величины тормозного пути по значению коэффициента энерговооруженности.

Разработан проект обязательных постановлений по порту Латакия.

Результаты работы, касающиеся лоцманской проводки, могут найти применение в качестве предложения в ИМО для разработки документов, регламентирующих вопросы взаимодействия капитана и лоцмана.

Полученные результаты по изучению маневренности судна полезны для выполнения исследовательских работ, связанных с обеспечением судов информацией о его динамических характеристиках и при выполнении курсовых и дипломных работ на факультете морского судовождения.

Внедрение. Результаты работы внедрены в порту Латакия (Сирия) и в учебный процесс в Одесской Государственной морской академии.

Апробация работы. Результаты работы докладывались на научно-технических конференциях профессорско-преподавательского состава ОГМА в 1990-1993 годах и всесоюзной научно-технической конференции "Методы прогнозирования и способы повышения мореходных качеств судов и средств освоения океана" (г. Санкт-Петербург, 1991, XXXV Крыловские чтения).

Публикации. Результаты работы отражены в 6 опубликованных статьях и одном отчете о научно-исследовательской работе.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав и заключения, списка использованной литературы, 3-х приложений. Изложена на 191 страницах машинописного текста, содержит 31 рисунок, 31 таблицу.

Во введении обоснована актуальность темы. Отмечено, что причиной большинства аварий являются неправильные действия судоводителя, управляющего судном. Для подготовки штурмана к работе в стесненных условиях, при дефиците времени на анализ ситуации и принятие решения необходимо использовать тщательную предварительную подготовку. Результаты такой подготовки должны быть представлены в таком виде, когда получение необходимой информации занимают минимум времени. При пользовании услугами лоцмана необходимую

информацию капитан получает немедленно. Однако перед капитаном и лоцманом стоят противоположные задачи: капитан знает хорошо маневренные свойства своего судна и ему необходимо изучить район плавания; лоцман же хорошо знает навигационные условия и особенности района плавания и ему необходимо по характеристикам судна, имеющимся в лоцманской карточке, быстро оценить особенности маневрирования и управления проводимого им судна. На этой почве обычно возникают противоречия между ними.

Предметом исследований являются вопросы учета маневренных характеристик при управлении судном для повышения безопасности мореплавания. Исследования проводились на натуральных судах при выполнении лоцманских проводок в порту Латакия (Сирия) и на математической модели судна на ПЭВМ в лаборатории ОГМА.

В первой главе дается анализ существующих методов получения маневренных характеристик, произведена систематизация, обобщение и классификация методов их получения, расчета и представления и предложен обобщенный алгоритм расчета характеристик пассивного и активного торможения, разгона и подтормаживания. Приведены результаты исследований тормозных характеристик и характеристик разгона с передоженным рулем без ветра и в условиях ветра на ММ "Pilot" для состояния в грузу и в балласте.

В первом параграфе анализируется экспериментальный, расчетный и экспериментально-расчетный методы определения тормозных характеристик. Рассмотрены достоинства и недостатки каждого из них. Приведены формулы для расчета характерис-

тик. Обсуждаются достоинства и недостатки методов численного решения дифференциального уравнения торможения по формулам и графический с использованием Универсальной диаграммы проф.С.И.Демина.

Произведен сравнительный анализ возможных способов представления результатов расчетов тормозных характеристик и показано, что табличная форма наиболее компактна и удобна для использования на мостике, так как позволяет быстро получить необходимую информацию.

Для получения данных о тормозных характеристиках в повседневной эксплуатации на судах, на которых имеются ПЭВМ, предлагается рассчитывать их для эксплуатационного состояния судна.

Для этого был предложен алгоритм и разработана программа STOIN на языке Турбо-Паскаль. Отличительной особенностью программы является то, что она рассчитывает конечные значения пути и времени торможения, разгона или подтормаживания от текущего значения скорости V_0 по величине установленной скорости $V_{уст}$ нового назначенного режима или конечной скорости торможения V_K . Если значение $V_{уст} > V_0$, то производится расчет разгона при $V_{уст} < V_0$ - подтормаживания. При $V_K = 0$ - будет произведен расчет торможения ЗП до полной остановки, в противном случае пассивное торможение от V_0 до V_K .

Во втором параграфе приведено дифференциальное уравнение торможения с учетом встречного ветра

$$m \cdot \frac{dV}{dt} + (K + K_{и})V^2 + K_{и}W_{и}^2 + 2K_{и}V \cdot W_{и} \pm p_e = 0, \quad (1)$$

где m - масса судна с учетом присоединенной массы; K - коэф-

коэффициент сопротивления воды; $K_{\text{И}}$ - коэффициент сопротивления воздуха; P_e - сила упора винта; v , $W_{\text{И}}$ - скорость судна и истинного ветра.

Была составлена программа для ЭЭВМ и произведен расчет времени и пути пассивного торможения для т/х "Юрий Максарев" и активного торможения д/з "Черное море" в условиях ветра.

Анализ выполненных расчетов показывает, что встречный ветер примерно одинаково влияет на путь и время активного торможения двух указанных судов. Однако влияние сказывается более значительно (сокращение параметров торможения на 20% при работе ПХЗ и 35% при работе МХЗ) при работе малым ходом назад.

В третьем параграфе рассматриваются результаты исследования тормозных характеристик ММ крупнотоннажного, среднетоннажного и малотоннажного судов без ветра и в условиях ветра. При выполнении исследований использовалась ММ профессора Демина С.И., реализованная в виде компьютерного тренажера "Pilot", характеристики которой с ошибкой менее 10% соответствуют характеристикам реального судна.

Исследования в условиях ветра производились при встречном ($W_{\text{И}} = 15$ м/с и $q_w = 30^\circ$) и попутном ($W_{\text{И}} = 15$ м/с и $q_w = 150^\circ$) ветре при различных режимах работы машиной назад (СМХЗ, МХЗ, СХЗ, ПХЗ) для состояния в грузу и в балласте.

Установлено, что при использовании режима торможения СМХЗ при кормовых курсовых углах ветра вместо падения происходит некоторое увеличение скорости и только затем падение. При выполнении условия:

$$P_e + K_{\text{И}}(W_{\text{И}} - v)^2 \geq K v^2 \quad (2)$$

торможения не происходит и судно переходит в режим установи-

вшегося движения вперед при работающей машине назад.

При сильном встречном ветре тормозные пути сокращаются на 30-60%, а время примерно в 2 раза. При сильном попутном ветре тормозные пути увеличиваются в 1,5 - 2 раза, а время в 4-6 раз.

В четвертом параграфе произведен анализ методов определения характеристик поворотливости и предложена классификация:

- по методу определения;
- по методу получения;
- по способам представления.

Произведен анализ результатов натуральных наблюдений по определению характеристик поворотливости, выполненных на кафедре "Управление судном" под руководством профессора Демина С.И. Получены значения коэффициентов уравнения линейной регрессии между временем поворота и углом курса:

$$t = T_3 + K_t \cdot \theta; \quad (3)$$

$$\theta = K_\theta (t - T_3), \quad (4)$$

где T_3 - время запаздывания начала поворота относительно времени подачи команды на перекладку руля;

K_t - коэффициент для перехода от θ к t ;

K_θ - коэффициент для перехода от t к θ .

Рассмотрена зависимость параметров циркуляции v , ω , α_{II} и R от угла курса и определены следующие коэффициенты зависимости, описывающие ход кривых $v(\theta)$, $\bar{\omega}(\theta)$, $\alpha_{II}(\theta)$: линейной скорости θ_v ; угла дрейфа θ_α ; угловой скорости θ_ω ; радиуса циркуляции θ_R .

В пятом параграфе произведен обзор способов построения траектории циркуляции на карте при планировании поворота по

стандартным данным о характеристиках поворотливости, имеющимся на судне.

Произведен сравнительный анализ способов отрезков и перпендикуляров. Используя результаты натуральных наблюдений, способом наименьших квадратов, рассчитаны коэффициенты a_1, b_1, a_2 и b_2 уравнений для отрезков относительно точки пересечения курсов М от МН и до окончания МК поворота:

$$МН = a_1 + b_1 \operatorname{tg} (\theta/2), \quad (5)$$

$$МК = a_2 + b_2 \operatorname{tg} (\theta/2). \quad (6)$$

Уравнения (5) и (6) позволяют рассчитать координаты плановой траектории в судовых автоматизированных системах с использованием ПЭВМ.

В шестом параграфе приведены результаты испытаний ММ Pilot при разгоне из неподвижного состояния на прямом курсе и с переложением рулем при отсутствии ветра и при встречном ветре 15 м/с для состояния в грузу и в балласте.

При движении с переложением рулем 5, 10, 15, 25 и 35 градусов из неподвижного состояния разгон производился до момента, когда курс изменялся на 90° при различных режимах движения вперед - СМХП, МХП, СХП и ПХПМ. При движении на постоянном курсе разгон производился до номинальной скорости (95% от установившегося значения).

При разгоне на прямом курсе существенное влияние ветра ощущается при встречном ветре для состояния судна в балласте. Боковое смещение от линии первоначального курса при этом достигает больших значений (3,2 кбт) при СМХП. Скорость разгона не достигает назначенного номинального режима, и уменьшение составляет в балласте от 50% (СМХП) до 10% (ПХП). При

состоянии в грузу скорость уменьшится от 50% (СМХП) до 20% (ПХП). При попутном ветре время разгона уменьшается примерно в 2 раза и существенно сокращается путь разгона.

Сравнительный анализ элементов циркуляции l_1 и l_2 при маневрировании с ходу и при разгоне из неподвижного состояния показывает, что происходит существенное уменьшение выдвигания. Особенно это проявляется при больших углах перекладки руля и для состояния в грузу (в 2,5 раза).

Анализ элементов разгона при ветре показывает, что его влияние проявляется в большей степени при малых углах перекладки и для состояния в балласте, когда силы и моменты от ветра соизмеримы, а иногда и превышают силы и моменты на руле и винте. При разгоне это проявляется в том, что поворот судна начинается только через 10-15 минут после дачи хода.

Во второй главе рассмотрено навигационно-гидрографическое обеспечение, навигационные условия плавания, лоцманская проводка в порт и оценка качества ее проведения.

В первом параграфе описаны гидрометеорологические и климатические условия в районе порта Латакия и прилегающих районах. Отмечено, что имеется один маяк на конце брикватера и один приемный буй в двух кабельтовых к северо-востоку от него. Составлен электронный план порта.

Во втором параграфе приведены данные интенсивности судопотока за 1973-1994 годы включительно.

В третьем параграфе описаны процедуры организации захода в порт и выполнения лоцманской проводки. Рассмотрены проблемы и перспективы лоцманской проводки. Предложено разде-

лить функции капитана и лоцмана. За капитаном целесообразно оставить ответственность за исправное функционирование судовых устройств и систем и обеспечение квалификации судового персонала, участвующего в управлении судном. За лоцманом остается ответственность за безопасное маневрирование судна по его командам. Факт выполнения проводки предлагается оформлять договором (лоцманский контракт), возможный вариант которого приведен в работе.

В четвертом параграфе предложены критерии, по совокупности которых оценивается качество лоцманской проводки. Основными факторами являются следующие: понимание лоцманом судна как объекта управления; учет влияния внешних факторов; выбор управляющих воздействий с запасом; учет сил на руле, винте и корпусе судна; взаимодействие с капитаном судна.

В третьей главе рассмотрены вопросы исследования швартовых операций. Произведен обзор способов получения характеристик одерживания поворота, приведены результаты исследований характеристик одерживания поворота ММ. Рассмотрены особенности управления судами при пониженных скоростях движения, планирование швартовки к причалу. Приведены результаты исследования швартовки кормой к причалу, рассмотрены вопросы управления судном при аварийных ситуациях.

В первом параграфе рассмотрены эксплуатационные характеристики одерживания поворота судна и произведен сравнительный анализ способов планирования и выполнения поворотов. Приведены численные характеристики одерживания поворота: значение угла перекладки для одерживания поворота $\delta_{\text{вых}}$;

время одерживания поворота t_{α} ; угол одерживания θ_{α} .

Характеристики одерживания поворота предложено определить из натуральных и модельных испытаний при выполнении маневра "несимметричный зигзаг".

Во втором параграфе приводятся результаты определения характеристики одерживания поворота ММ "Pilot". При выполнении исследований ММ при состоянии в грузу и в балласте суда разгонялись до СМХП и выполнялось маневрирование. При этом фиксировались начальная скорость, текущая скорость и траектория ЦГ, угловая скорость при переключке руля для одерживания и при переходе через линию первоначального курса, а также время в характерных точках.

Анализ полученных результатов показывает, что эффективность руля для одерживания поворота значительно уменьшается при углах переключки более 15° для всех судов и независимо от их загрузки. По этой причине для одерживания поворота не рекомендуется использовать угол более 15° .

Значение угла одерживания поворота существенно не отличается при повороте вправо или влево, за исключением использования малых переключок руля. Объясняется это тем, что боковая сила винта при этом соизмерима с силой на руле.

Для состояния судна в балласте углы одерживания значительно меньше, чем в грузу. Особенно это проявляется у судов со значительным дифферентом на корму. Это объясняется тем, что центр бокового сопротивления перемещается в сторону кормы, что делает судно более устойчивым на курсе.

В третьем параграфе рассмотрены особенности управления судном при пониженных скоростях движения. Отмечено, что статическое действие средств управления остается практически

неизменным из-за квадратичного характера зависимости от скорости, сил и моментов, действующих на судно. Для оценки величины тормозного пути при пониженных скоростях движения предложено ввести обобщенный критерий - коэффициент энерговооруженности

$$K_{ЭН} = \frac{0,8N_e}{D}, \quad (7)$$

где N_e - мощность главного двигателя;

D - водоизмещение судна.

Для исследования зависимости величины тормозного пути от $K_{ЭН}$ были проведены исследования ММ "Pilot" для трех типов судов для состояний в грузу и в балласте. При этом суда разгонялись до 2, 4 и 6 узлов переднего хода при отсутствии ветра и производилось торможение ПХЗ, СХЗ, МХЗ и СМХЗ. По результатам исследований была подобрана аппроксимирующая функция в виде гиперболы, произведен регрессионный анализ и способом наименьших квадратов определены коэффициенты уравнения регрессии

$$S = K_0 + K_s / K_{ЭН}. \quad (8)$$

где K_0 и K_s - коэффициенты прямой регрессии.

Результаты регрессионного анализа приведены в табл.1.

Таблица 1

Характеристики и коэффициенты уравнения регрессии

Скорость v , уз	K_0	K_s	K'_0	K'_s	K_r	ε	$K_{сао}$ $K_{доп}=0,094$
2	0,151	0,159	-0,537	5,920	0,970	0,05	0,053
4	0,316	0,380	-0,494	2,502	0,975	0,12	0,039
6	0,276	0,649	-0,013	1,444	0,968	0,21	0,028

В четвертом параграфе рассмотрена методика планирования

швартовки, базирующаяся на графической схеме маневрирования. Отмечено, что при предварительной подготовке к швартовке можно выделить два аспекта - технический и алгоритмический. Техническая подготовка обычно заключается в приготовлении судовых систем и устройств (основных и резервных) для работы в экстремальных условиях. Алгоритмический аспект заключается в том, чтобы определить порядок использования управляющих воздействий в соответствии с предварительно составленной схемой маневрирования. Подробно рассмотрена методика составления схемы маневрирования с использованием таблиц характеристик торможения и элементов циркуляции в виде отрезков.

В пятом параграфе рассмотрены результаты натуральных наблюдений швартовки двухвинтового судна кормой к причалу в порту Латакия. При выполнении II5 швартовок без использования буксира и подруливающего устройства (буксир использовался только для страховки) был произведен хронометраж по этапам:

- от исходной точки до момента отдачи правого якоря;
- от момента отдачи правого якоря до момента отдачи левого якоря (разворот);
- от момента отдачи левого якоря до постановки судна к причалу.

Среднее время швартовки составляет 14,1 мин. Анализ времени швартовки по этапам позволяет определить резервы уменьшения затрат на время ее проведения и оптимизацию использования главной силовой установки.

В шестом параграфе рассмотрен вопрос управления судном при аварийных ситуациях, когда в процессе маневрирования происходит отказ главного двигателя или рулевого устройства.

Основой безопасного маневрирования является необходимость того, чтобы управляющее воздействие было достаточно для корректировки отклонения судна от намеченной схемы движения. Предложено рассматривать три категории управляющих воздействий: основные; запасные; резервные. К числу основных управляющих средств относятся главная машина и рулевое устройство, используемые с углами перекладки руля до 15° и работой машины назад до СХЗ. Запасными управляющими воздействиями являются подруливающее устройство, машина работающая ПХЗ и руль передоженный на борт. Резервом управляющих воздействий являются якоря и буксиры.

Рассмотрены случаи, когда происходит отказ главного двигателя и рулевого устройства, и рассчитаны усилия, которые должен развивать буксир для обеспечения безопасного маневрирования.

В четвертой главе рассмотрен разгон судна при дрейфе без хода под влиянием силы ветра. Приведены результаты исследования швартовок одновинтового судна, рассмотрен процесс отхода от причала и предложен график для определения допустимого числа оборотов по водоизмещению судна и разрывной прочности швартовых. Приведены рекомендации по обеспечению навигационной безопасности при швартовках в порту Латакия.

В первом параграфе приведено дифференциальное уравнение движения судна без хода под действием ветра и волнения

$$m \frac{dV}{dt} - KV^2 + K_{\text{И}} W_{\text{И}}^2 + C_{\text{В}} \cdot W_{\text{И}}^4 = 0 \quad (9)$$

и приведено его решение для определения времени и пути, про-

ходимого судном при дрейфе. Для приближенного расчета установившейся скорости дрейфа предложено воспользоваться формулой

$$V_{др} = (0,05+0,1)W_{и} \quad (10)$$

Во втором параграфе рассмотрены результаты натуральных наблюдений швартовок левым бортом одновинтового судна при лоцманских проводках. При выполнении проводок производился хронометраж по этапам - прицеливание, циркуляция, торможение, разворот и выравнивание у причала.

Затраты времени на швартовку в среднем составляют 23 мин у малотоннажного, 30,4 мин у среднетоннажного и 45,4 мин у крупнотоннажного судов.

Анализ выполненных швартовок позволил получить данные о затратах времени на их проведение и выявить возможности сокращения времени швартовки по этапам.

В третьем параграфе рассматривались вопросы тактики маневрирования при отходе. Допустимое число оборотов винта при использовании шпринга предлагается рассчитать из условия, чтобы сила упора была равна половине разрывного усилия

$$n < \sqrt{\frac{R_{шв доп} \cdot \cos \varphi \cdot \cos \beta}{2 \cdot k_p \cdot \rho \cdot D_B^4}} \quad (11)$$

где φ - угол к линии ДП; β - угол к линии горизонта;

k_p - коэффициент упора винта; D_B - диаметр винта.

Для обеспечения безопасного маневрирования с использованием шпринга для каждого судна рекомендуется рассчитать график, выбора допустимого числа оборотов винта при от-

ходе.

Отмечено, что при отходе в условиях ветра необходимо применять более сильные управляющие воздействия для эффективного маневрирования. Вместе с тем допустимое число оборотов винта при использовании шпринга будет меньше за счет дополнительных усилий при наличии отжимного ветра.

В четвертом параграфе приведены рекомендации по обеспечению навигационной безопасности при швартовках в порту Латакия, которые вошли в проект обязательных постановлений по порту Латакия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненные в диссертационной работе исследования при проведении натурных наблюдений швартовок при лоцманской проводке и испытаний ММ трех типов судов на компьютерном тренажере "Pilot" обосновывают следующие научные положения и выводы.

I. Одним из возможных путей повышения безопасности мореплавания является обеспечение судов данными о маневренных характеристиках. Существующие сегодня на судах данные не могут быть использованы при эксплуатационных режимах работы главной машины. Для решения этой проблемы был произведен сравнительный анализ и предложена классификация способов получения, расчета и представления характеристик торможения и разработан обобщенный алгоритм расчета характеристик пассивного и активного торможения, разгона и подтормаживания. Разработанная по алгоритму программа позволяет производить расчет на судовой ПЭВМ указанных характеристик для текущего

состояния и режима движения.

2. Произведено исследование судопотока при заходе в порт Латакия, рассмотрены проблемы и перспективы лоцманской проводки. Предложены критерии оценки качества лоцманской проводки, разделение функций и ответственности и оформление отношений между лоцманом и капитаном в виде лоцманского контракта. Это позволит повысить ответственность лоцмана за безопасность маневрирования судна по его командам и ответственность капитана за исправное состояние судовых устройств и систем, а также за квалификацию персонала, участвующего в управлении судном.

3. Эффективное управление судном в стесненных условиях возможно только при учете влияния ветра на тормозные характеристики и четком понимании поведения судна с переложным рулем при разгоне из неподвижного состояния при ветре. В результате исследования установлено, что при ветре силой более 10 м/с необходимо использовать сильные управляющие воздействия. При разгоне в условиях ветра рекомендуется использовать углы перекаладки руля более 15° , а для компенсации сноса от ветра требуется использовать два буксира на коротком конце.

4. Наиболее часто используемым эксплуатационным маневром является поворот и его одерживание. Проведенные исследования характеристик одерживания ММ трех типов судов - "Харитон Греку", "Капитан Темкин" и "Профессор Аничков" для состояния в грузу и в балласте при использовании несимметричного зигзага показали, что углы перекаладки для одерживания более 15° не эффективны. Для безопасного маневрирования в стесненных водах необходимо определять во время слаточных испытаний характеристики одерживания, которые при получении

аналитических выражений либо табулировании могут быть использованы как при ручном управлении, так и при автоматизации поворотов.

5. Обычно при маневрировании в стесненных условиях судно движется при пониженных скоростях. Рассмотрены особенности управления в таких условиях и предложен обобщенный коэффициент энерговооруженности $K_{ЭН}$, позволяющий определить величину тормозного пути для любого судна по его водоизмещению и мощности силовой установки. Получены аналитические выражения и эмпирические кривые регрессии.

6. Произведены натурные наблюдения швартовок двухвинтового судна кормой к причалу и одновинтового лагом левым бортом к причалу с хронометражем этапов при их выполнении. Произведен анализ времени на их производство по этапам и получены рекомендации по уменьшению затрат времени и экономичному использованию главной силовой установки.

Выполненные исследования позволили разработать практические рекомендации по обеспечению безопасного маневрирования на подходах и при заходе в порт Латакия; предложить разделение обязанностей и ответственности при выполнении лоцманских проводок. Разработан проект обязательных постановлений по порту Латакия.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

1. Мальцев А.С., Интабли Мухаммед, Тимофеев И.А. Учет ветра при торможении /Экспресс-информация. Сер. "Судовождение, связь и безопасность мореплавания". Вып.18(243). -М.: В/О "МТИР", 1992. -С.1-9.
2. Мальцев А.С., Интабли Мухаммед, Тимофеев И.А., Куликов Г.Г. Построение и контроль траектории при пово-

роте /Экспресс-информация. Сер. "Судовождение, связь и безопасность мореплавания". Вып.9(274). -М.:В/О "МТИР", 1992. -С.1-8.

3. Мальцев А.С. Интабли Мухаммед, Тимофеев И.А. Эксплуатационные маневренные характеристики морских судов. -В кн. "Методы прогнозирования и способы повышения мореходных качеств судов и средств освоения океана". (XXXV Крыловские чтения, 1991). -Л.: Судостроение, 1991. -С.42-43.
4. Мальцев А.С., Интабли Мухаммед. Проблемы и перспективы лоцманской проводки судна /Экспресс-информация. Сер. "Судовождение, связь и безопасность мореплавания". Вып.7(290). -М.:В/О "МТИР", 1993. -С.1-5.
5. Мальцев А.С., Интабли Мухаммед. Договор о лоцманской проводке /Экспресс-информация. Сер."Судовождение, связь и безопасность мореплавания". Вып.9(292).-М.:В/О "МТИР", 1993. -С.1-5.
6. Программное обеспечение тренажера по управлению судном: Отчет о НИР (заключительный) / Одес. гос. мор. академия (ОГМА): Руководитель С.И.Демин. инв N -Одесса, 1994. -55с.
7. Интабли Мухаммед, Шараф Мохамед. Критерии оценки качества лоцманской проводки //Навигация, №16-18, 1995. -0,2 усл.печ.л.

Интабли Мухаммед. Обеспечение безопасности плавания при маневрировании в порту Латакия (Сирия) и на подходах к нему. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.16 - Судовождение, Одесская гос. мор. академия, Одесса, 1995.

Выполненная работа содержит результаты исследований швартовок судна при лоцманских проводках в порту Латакия и динамических свойств судна на ММ маневрирования Pilot при разгоне, несимметричном зигзаге и торможении. Определены характеристики разгона с переложенным рулем, торможения, одерживания поворота и влияния ветра. Установлено определяющее влияние коэффициента энерговооруженности на величину тормозного пути. Осуществлено внедрение результатов в порту Латакия и в учебный процесс в морской академии.

Intabli Mohammad. Provision of Maritime Safety during Manoeuvring at Lattakia port. Doctor Ph. 05.22.16. Navigation. Odessa State Maritime Academy, Odessa, 1995.

The done work includes the results of researching ship's mooring while pilotages in the port of Latakia and ship's dynamic qualities of mathematical models of manoeuvring "Pilot" while running out, nonsymmetrical zigzag and stopping. Determined the characteristics of running out with, rudder handed ever, stopping and keeping steady the turn. Established the determining influence of power coefficient on the value of the braking way. The implementation of the results is realised in the port of Lattakia and in the teaching process in maritime academy.

Ключеві слова: маневрування, динамічні характеристики,
безпека мореплавання.

Зак. 1338, тир. 100, подп. к печ. 16.02.95г.
Усл. печ. лист 1.0. КМП ОИИМФ Одесса
ул. Мечникова, 34

AB 31.992