

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МОРСКОЙ ИНСТИТУТ

Кафедра «Судовождение и безопасность судоходства»

СУДНО КАК ОБЪЕКТ УПРАВЛЕНИЯ

Методические указания
к практическим занятиям
по дисциплине «Маневрирование и управление судном»



Севастополь
СевГУ
2021

УДК 629.5.017(076.5)
ББК 39.42-8я73
С89

Р е ц е н з е н т:

Е.В. Гембатый – капитан судоходной компании
“Briese Schifffahrts GmbH & Co.”

Ответственный за выпуск:

С.А. Подпорин – заведующий кафедрой СБС, к.т.н., доцент

Составители: С.А. Подпорин, В.В. Захаров, В.В. Михайлов,
А.А. Загородний, А.Ю. Рассохин

С89 Судно как объект управления : методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Маневрирование и управление судном» / Министерство науки и высшего образования РФ, Севастопольский государственный университет, Морской институт, кафедра «Судовождение и безопасность судоходства» ; сост.: С. А. Подпорин, В. В. Захаров, В. В. Михайлов, А. А. Загородний, А. Ю. Рассохин. – Севастополь : Изд-во СевГУ, 2021. – 30 с.: ил. – Текст : электронный.

Целью методических указаний является оказание студентам необходимой методической помощи при подготовке к практическим занятиям по дисциплине «Маневрирование и управление судном». Тема «Судно как объект управления».

УДК 629.5.017(076.5)
ББК 39.42-8я73

Рассмотрено и рекомендовано на заседании кафедры «Судовождение и безопасность судоходства» Морского института Севастопольского госуниверситета в качестве методических указаний, протокол заседания кафедры № 5 от 28 января 2021 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ПЗ-1	Особенности управления судами с различными типами двигателей. Взаимодействие руля и гребного винта на переднем и заднем ходу. Использование подруливающих устройств для повышения управляемости на малых скоростях. Различия между одно- и двухвинтовыми судами	4
ПЗ-2	Изучение маневренных характеристик судов. Движение на прямых и криволинейных участках в ручном и автоматическом режимах. Выполнение циркуляций. Команды на руль	11
ПЗ-3	Управление судами разных типов. Особенности управления судами с винто-рулевыми колонками. Выполнение стандартных маневров: разворот на месте, движение лагом, движение по кругу	23

Практическое занятие № 1

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ СУДАМИ С РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ ДВИЖИТЕЛЕЙ. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ РУЛЯ И ГРЕБНОГО ВИНТА НА ПЕРЕДНЕМ И ЗАДНЕМ ХОДУ. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДРУЛИВАЮЩИХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УПРАВЛЯЕМОСТИ НА МАЛЫХ СКОРОСТЯХ

1. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ

Цель занятия: приобретение обучающимися компетенций согласно табл.

1.1.

Таблица 1.1 – Формируемые компетенции

Формируемая компетенция	Владения	Умения	Знания
Компетенции согласно Кодексу ПДНВ Раздел А-II/2. Функция «Судовождение на уровне управления» ПК-10 «Способность маневрировать и управлять судном в любых условиях»			
ПК-10.8. Знает порядок использования двигательной установки и систем маневрирования	–	Уметь управлять судном на переднем и заднем ходу при разных скоростях хода с использованием подруливающего устройства	Влияние движителей и пера руля на управляемость судна. Устройство и принцип действия подруливающих устройств

Объем: рекомендуется не менее 4 академических часов.

Содержание:

	Описание	Время
1.	Текущий контроль знаний студентов в виде устного опроса по пройденным темам дисциплины, имеющим отношение к теме практического занятия.	10 мин
2.	Постановка задачи для выполнения упражнения.	10 мин
3.	Рекомендации по выполнению упражнения.	10 мин
4.	Выполнение упражнения на навигационном тренажере: отработка элементов швартовки судна при работе двигателя на переднем и заднем ходу при различных положениях пера руля с использованием подруливающего устройства и без него. Сравнить управляемость судна при маневрировании одно- и двухвинтового судна.	120 мин
5.	Дебрифинг, обсуждение ошибок, выявленных в ходе выполнения упражнения.	10 мин
6.	Подведение итогов занятия.	10 мин

Необходимое оборудование и материалы:

1. Навигационный тренажер типа “Navi Trainer Pro” (рис. 1.1);
2. Руководство пользователя навигационного тренажера “Navi Trainer Pro”;
3. Навигационное пособие “Ship’s Routeing”;
4. Компьютер и мультимедиа-проектор для демонстрации слайдов по теме занятия и проведения дебрифинга.



Рисунок 1.1 – Навигационный тренажер типа “Navi Trainer Pro”

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Рассмотрим влияние работы винта на поворотливость судна на разных режимах работы двигателя. Положения пера руля в ДП.

На управляемость судна при работе грибного винта будут влиять силы (рис. 1.2):

1. Сила набрасываемой струи на корпус судна C .
2. Сила реакции воды D .
3. Сила попутного потока b .

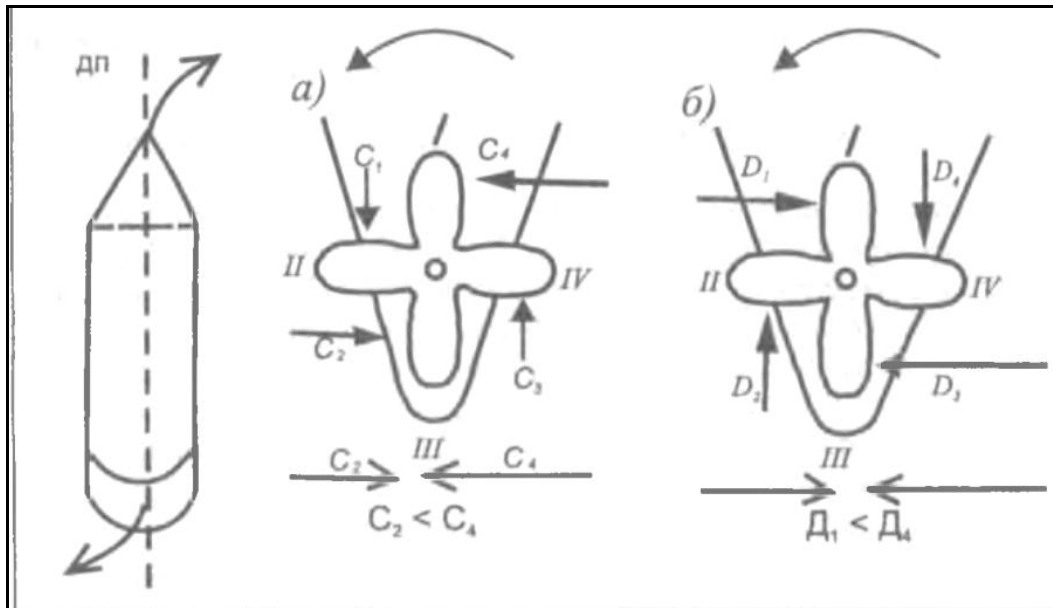


Рисунок 1.2 – Действие сил на заднем ходу:
а – набрасываемой струи; б – силы реакции воды

Сила набрасываемой струи C .

Гребной винт при вращении закручивает прилегающие к лопастям массы воды и отбрасывает их, образуя мощный спиральный поток. При движении судна вперед этот поток воздействует на расположенный позади винта руль. При движении задним ходом поток воздействует на кормовой подзор судна. Образованный винтом спиральный поток можно представить в осевой и касательной составляющих. Осевая составляющая, воздействуя на расположенный за винтом руль, значительно повышает его эффективность и никаких боковых сил не вызывает. При движении судна задним ходом осевая составляющая, воздействуя на симметричные обводы кормы, также никаких боковых сил не вызывает.

Касательная составляющая на переднем ходу воздействует на перо руля в левой верхней и правой нижней половинах. Из-за несимметричности распределения попутного потока по осадке, а следовательно, и вызванных окружных скоростей в потоке, натекающем на руль, воздействие касательной составляющей на правую нижнюю половину руля будет больше, чем на левую верхнюю. В результате возникает боковая сила набрасываемой струи C .

Сила набрасываемой струи проявляется в наибольшей степени на установившемся ходу, вызывая при движении судна вперед уклонение кормы в сторону, обратную вращению винта.

На заднем ходу обтекание кормовой оконечности потоком будет также несимметричным в диске винта. В правой верхней половине диска винта поток обтекает кормовую оконечность с большей полнотой, чем в левой нижней. В результате также возникает боковая сила набрасываемой струи. На заднем установившемся ходу сила набрасываемой струи C вызывает уклонение кормы в сторону вращения винта.

Сила реакции D.

Лопастей гребного винта, проходящие верхнее положение, находятся значительно ближе к поверхности воды, чем лопасти, проходящие нижнее положение. В результате этого происходит засасывание воздуха в верхние слои воды, что значительно изменяет силовые характеристики лопасти (упор и момент). Влияние близости поверхности воды наиболее существенно проявляется при малом заглублении винта (у транспортных судов, следующих в балласте, лопасть в верхнем положении вообще выходит из воды), в период неустановившегося движения (дача хода со «стопа»), при реверсах. Разность упора и момента на верхней и нижней лопастях приводит к образованию боковой силы реакции D. На установившемся ходу и с увеличением заглубления винта действие силы реакции резко уменьшается. Сила реакции D проявляется в наибольшей степени в период неустановившегося движения, вызывая уклонение кормы в сторону вращения винта.

Сила попутного потока b.

Движущийся в воде корпус вызывает попутный поток, направленный в сторону движения корабля. Причины его появления — трение пограничных слоев воды о корпус корабля и стремление масс воды заполнить объем, вытесненный корпусом. Между скоростью попутного потока в месте расположения винта V_p и скоростью хода корабля V существует соотношение $V_p = V(1 - \omega)$, где ω — коэффициент попутного потока. Его значения для различных кораблей могут изменяться от 0,10 до 1,00. Таким образом, влияние корпуса на винт сводится к уменьшению скорости обтекания винта. Экспериментально установлено, что в верхней половине диска винта скорость попутного потока больше, чем в нижней. Неравномерность поля скоростей попутного потока в диске винта за один оборот вызывает изменение угла атаки и соответственно сил упора и момента на лопастях, проходящих верхнее и нижнее положения. Так, лопасть, находящаяся в верхнем положении, будет иметь больший угол атаки и соответственно большее сопротивление вращению, чем лопасть, находящаяся в нижнем положении. В результате возникает боковая сила, которая на переднем установившемся ходу (винт правого вращения) будет уклонять корму влево. Сила попутного потока b проявляет себя в наибольшей степени на переднем установившемся ходу, вызывая уклонение кормы корабля в сторону, обратную вращению винта.

Для одновинтового судна с правым шагом вращения, рулем прямоугольной формы, при отсутствии ветра и течения справедливы следующие положения при условии, что винт и руль полностью погружены в воду:

1. Гребной винт работает вперед, руль прямо:

- а) в начале движения, в результате действия силы реакции D, корма уклоняется вправо, и судно идет влево тем больше, чем больше частота вращения винта;
- б) при увеличении скорости движения уклонение судна влево уменьшается;
- в) при установившейся скорости движения вперед, под действием силы набрасываемой струи C, корма отклоняется влево, а нос — вправо;
- г) при движении вперед по инерции судно имеет небольшое уклонение носа вправо.

2. Гребной винт работает вперед, руль отклонен:

- а) нос отклоняется в сторону отклоненного руля;
- б) поворотливость большинства судов вправо лучше, чем влево.

3. Гребной винт работает назад:

- а) в начале движения назад при любом положении руля корма идет влево, судно поворачивает вправо;
- б) при установившейся скорости движения назад уваливание кормы влево можно уменьшить, переложив руль «право»;
- в) при движении судна по инерции назад его корма отклоняется в сторону кладки руля.

4. Гребной винт работает назад, судно имеет ход вперед:

- а) при положении руля «прямо» корма отклоняется влево, нос – вправо;
- б) при отклоненном руле нос идет в сторону положенного руля, пока есть ход вперед.

5. Гребной винт работает вперед, судно имеет ход назад:

- а) при положении руля «прямо» корма пойдет вправо, нос – влево;
- б) при отклоненном руле и большой инерции судна назад корма отклонится в сторону положенного руля; по мере уменьшения хода назад отклонение кормы в сторону руля будет уменьшаться и при малой инерции назад нос пойдет в сторону положенного руля, как на переднем ходу судна.

Подруливающее устройство (рис. 1.3) предназначено для активного управления судном; рабочий орган (винт) в сквозном канале, проходящем от одного борта судна к другому борту, перпендикулярно его диаметральной плоскости. Управляемость судна, т. е. способность следовать по заданной траектории или изменять направление движения по воле судоводителя, является одним из важных мореходных качеств, определяющих не только эксплуатационные возможности судна, но и в значительной мере безопасность плавания. Изначально основным средством управления судном был кормовой руль. Однако действие руля проявляется только при наличии некоторой скорости хода, развить которую в определенных условиях эксплуатации (на ограниченном фарватере, на швартовых, при маневрировании и т.д.) невозможно.



Рисунок 1.3 – Внешний вид подруливающего устройства

ПУ называется средство управления судном, способное создавать полезный боковой упор и представляющее собой движитель (импеллер), расположенный в поперечном канале, идущем от борта до борта судна (см. рис. 1.3). Боковой упор создаётся путем засасывания воды и выбрасывания её в перпендикулярном по отношению к ДП судна направлении.

3. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЗАНЯТИЯ

1. Проверка теоретических знаний студентов по пройденным темам дисциплины, имеющим отношение к теме практического занятия. Проводится в виде устного опроса в течение 10 мин.

2. Постановка задачи включает: отработка элементов швартовки судна при работе двигателя на переднем и заднем ходу при различных положениях пера руля с использованием подруливающего устройства и без него. Сравнить управляемость судна при маневрировании одно- и двухвинтового судна.

3. Рекомендации преподавателя по выполнению элементов практического задания, их очередности выполнения на тренажере (брифинг). Используется электронная карта района плавания, выводимая на экран. В зависимости от конкретной ситуации преподаватель помогает студенту правильно выбрать режим работы двигателя и положения пера руля при выполнении маневра.

4. Самостоятельное выполнение обучающимися упражнения на навигационном тренажере. Поставленные задачи выполняются в малых группах по 2–3 человека за одним мостиком. Между членами группы распределяются роли: капитан, вахтенный помощник, матрос-рулевой. При необходимости группа разбивается на 2 подгруппы.

Во время самостоятельного выполнения упражнения обучающимися преподаватель постоянно контролирует процесс, оперативно указывает на ошибки, предоставляет необходимую методическую помощь. Студенты в своей работе используют при необходимости руководство по эксплуатации тренажера.

5. Дебрифинг (разбор результатов выполнения упражнения). Подведение итогов занятия.

4. ОПИСАНИЕ УПРАЖНЕНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ НА НАВИГАЦИОННОМ ТРЕНАЖЕРЕ

Предпочтительный район плавания и сценарий упражнения:

- порт Санкт-Петербург;

- тип судна: рекомендуется использовать крупнотоннажное грузовое судно (варианты: танкер класса Aframax, фидерный контейнеровоз, балкер, газовоз, химовоз);

— условия сценария: собственное судно выполняет швартовые операции с подходом к причалу на переднем или заднем ходу. Студенту необходимо выбрать способ маневра: отвести/прижать нос судна от причала, отвести/прижать корму от

причала, остановиться на заданном расстоянии от причала. При этом используется одновинтовое судно или двухвинтовое судно;

– рекомендуется использование системы автоматической оценки компетентности тренажера (АСОК) для контроля правильности выполнения швартовых операций.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие силы влияют на управляемость судна при работе гребного винта?
2. Какие причины возникновения силы набрасываемой струи воды C ?
3. Какое влияние оказывает сила C на движение судна на переднем и заднем ходу?
4. Какие причины возникновения силы реакции D ?
5. Какое влияние оказывает сила D ?
6. Сравните влияние сил C и D при установившемся и неустановившемся движении?
7. Какие причины возникновения силы попутного потока b ?
8. Какое воздействие оказывает сила b на управляемость судна?
9. Подруливающее устройство и принцип его работы?
10. Применение подруливающих устройств?

6. ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Клементьев А.Н. Основы управления судном / А. Н. Клементьев. – Нижний Новгород: ВГУВТ. – Часть 1 – 2011. – 144 с.
2. Клементьев А.Н. Основы управления судном / А. Н. Клементьев. – Нижний Новгород: ВГУВТ. – Часть 2 – 2015. – 84 с.
3. Антонов В. А. Теоретические вопросы управления судном: учебное пособие / В. А. Антонов, М. Н. Письменный. – 2-е изд. – Владивосток: МГУ им. адм. Г.И. Невельского, 2007. – 78 с.
4. Управление командой и ресурсами мостика. Bridge Team & Resource Management / С.М. Стадниченко. – М.: ТЭС, 2015. – 212 с.

Практическое занятие № 2

ИЗУЧЕНИЕ МАНЕВРЕННЫХ И ИНЕРЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СУДОВ. ДВИЖЕНИЕ НА ПРЯМЫХ И КРИВОЛИНЕЙНЫХ УЧАСТКАХ В РУЧНОМ И АВТОМАТИЧЕСКОМ РЕЖИМАХ. ВЫПОЛНЕНИЕ ЦИРКУЛЯЦИЙ. КОМАНДЫ НА РУЛЬ

1. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ

Цель занятия: приобретение обучающимися компетенций согласно табл. 2.1.

Таблица 2.1 – Формируемые компетенции

Формируемая компетенция	Владения	Умения	Знания
(Раздел А-II/1. Функция «Судовождение на уровне эксплуатации») ПК-9 «Способность безопасно выполнять обычные маневры курсом и скоростью судна, обеспечивая безопасность плавания судна»			
ПК-9.1. Знает влияние водоизмещения, осадки, дифферента, скорости и запаса воды под килем на диаметр циркуляции и тормозной путь судна	–	–	Влияние водоизмещения, осадки, дифферента, скорости и запаса воды под килем на маневренные и инерционные характеристики судна.
Компетенции согласно Кодексу ПДНВ Раздел А-II/2. Функция «Судовождение на уровне управления» ПК-10 «Способность маневрировать и управлять судном в любых условиях»			
ПК-10.3. Знает использование техники поворота с постоянной угловой скоростью)	–	Умеет выполнять поворот с постоянной угловой скоростью.	Способы определения заданной скорости поворота.
ПК-10.15. Умеет определять маневренные характеристики обычных типов судов и их двигательных установок, обращая особое внимание на тормозные пути и диаметр циркуляции при различных осадках и скоростях)	–	Умеет определять маневренные и инерционные характеристики судна с использованием судовых технических средств	–

Объем: рекомендуется не менее 4 академических часов.

Содержание:

	Описание	Время
1.	Текущий контроль знаний студентов в виде устного опроса по пройденным темам дисциплины, имеющим отношение к теме практического занятия	10 мин
2.	Постановка задачи для выполнения упражнения	10 мин

3.	Рекомендации по выполнению упражнения	10 мин
4.	Выполнение упражнения на навигационном тренажере: определение элементов циркуляции и тормозного пути судна при разных условиях плавания	120 мин
5.	Дебрифинг, обсуждение ошибок, выявленных в ходе выполнения упражнения	10 мин
6.	Подведение итогов занятия	10 мин

Необходимое оборудование и материалы:

1. Навигационный тренажер типа “Navi Trainer Pro” (см. рис. 1.1);
2. Руководство пользователя навигационного тренажера “Navi Trainer Pro”;
3. Навигационное пособие “Ship’s Routeing”;
4. Компьютер и мультимедиа-проектор для демонстрации слайдов по теме занятия и проведения дебрифинга.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Маневрирование – изменение направления движения судна и его скорости с помощью руля, движителей, подруливающих устройств в целях обеспечения безопасности мореплавания или решения эксплуатационных задач таких как швартовка, постановка на якорь, плавание в узкостях.

Маневренность определяется такими качествами судна как ходкость, управляемость, устойчивость на курсе и поворотливость, а также инерционными характеристиками судна.

Маневренность судна не является постоянной. На маневренность оказывают влияние водоизмещение судна в грузу или в балласте, осадка, дифферент, скорость и запас воды под килем, которые надлежит учитывать судоводителям при управлении судном.

Управляемость — это способность судна двигаться по заданной прямолинейной или криволинейной траектории.

Управляемость является одним из основных навигационных качеств и маневренных элементов судна и характеризуется поворотливостью и устойчивостью судна на курсе.

Поворотливостью называется способность судна быстро изменять направление движения под действием руля. Поворотливость судов принято характеризовать элементами циркуляции, выраженными в длинах корпуса между перпендикулярами, при положении руля на борту.

Мерой поворотливости служит диаметр циркуляции, который определяют опытным путем.

Килевые суда менее поворотливы, чем плоскодонные. Длинные суда менее поворотливы, но более устойчивы на курсе, чем короткие, то есть имеют больший диаметр циркуляции.

Устойчивость на курсе — способность судна сохранять прямолинейное движение, заданное судоводителем при минимальном использовании руля.

Поворотливость и устойчивость на курсе противоположны по требованиям, предъявляемым им. Чем лучше поворотливость судна, тем оно менее устойчиво на курсе, и, наоборот, чем более устойчиво судно на курсе, тем оно менее поворотливо.

Неустойчивое на курсе судно самопроизвольно часто и быстро отклоняется от заданного курса. Это свойство называется рыскливостью. Управление склонным к рыскливости судном более сложно и для удержания его на курсе требуется частая перекладка руля. Рыскливость может быть следствием конструктивных недостатков судна, тогда она постоянна для данного судна, но может быть временной, вызванной особенностями фарватера (мелководьем, неправильностями течения, волнением). Рыскливость может появиться от неправильной загрузки судна, неправильного управления, а это полностью зависит от судоводителя. Рыскливость увеличивает путь судна, сопротивление воды, уменьшает скорость хода, иными словами, является отрицательным качеством судна и ее всеми мерами нужно устранять.

Циркуляция – если перо руля вывести из диаметральной плоскости судна, то судно будет совершать движение по криволинейной траектории. Эта траектория, описываемая центром тяжести судна, называется циркуляцией.

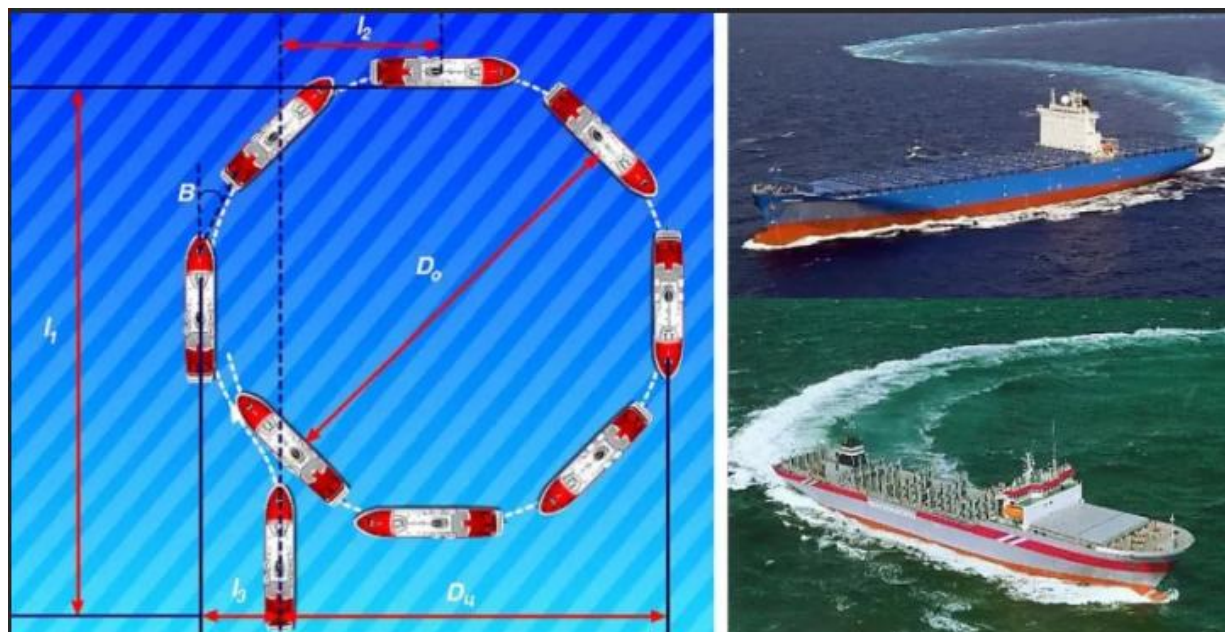


Рисунок 2.1 – Циркуляция судна

Элементы движения судна на циркуляции:

D_u — тактический диаметр циркуляции;

D_o — диаметр установившейся циркуляции;

l_1 — выдвиг — расстояние между положениями центра тяжести судна в начальный момент циркуляции и после поворота на 90° ;

l_2 — прямое смещение — расстояние от линии первоначального курса до центра тяжести судна после поворота на 90° ;

l_3 — обратное смещение;

B — угол дрейфа.

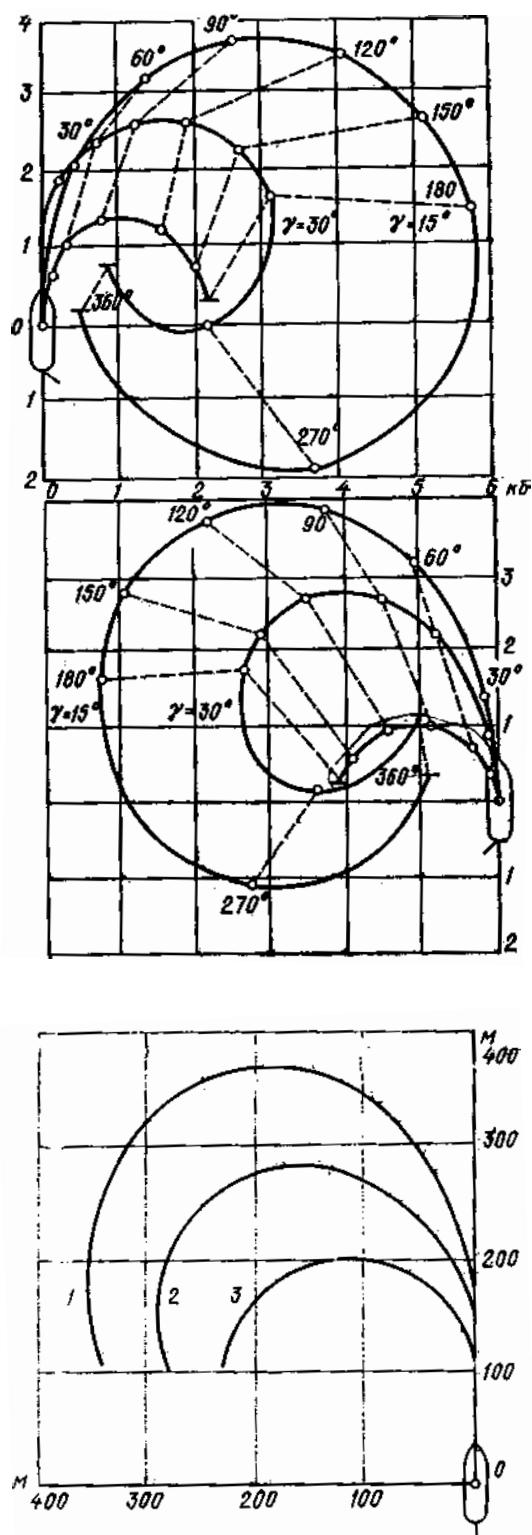


Рис. 2.2

Во время циркуляции под действием силы R_{px} снижается скорость судна. Степень снижения скорости зависит от угла перекладки руля. У судна с лучшей поворотливостью, т.е. с крутой циркуляцией, наблюдается большее падение скорости. Таким образом, на степень снижения скорости одного и того же судна влияют его дифферент и крен.

Наиболее важными элементами циркуляции являются выдвиг l_1 и тактический диаметр циркуляции $D_{ц}$. Выдвиг характеризует способность судна уклоняться от находящегося впереди препятствия, а все элементы в целом — его способность безопасно маневрировать в стесненных условиях.

На элементы циркуляции судна оказывают влияние:

- угол перекладки руля γ ,
- дифферент и осадка.

В свою очередь, осадка судна зависит от водоизмещения судна.

С уменьшением угла перекладки руля все элементы циркуляции возрастают. При угле перекладки $\gamma = 15^\circ$ выдвиг и тактический диаметр циркуляции увеличиваются в 1,5 - 2 раза.

Влияние дифферента связано с положением центра сопротивления судна. С увеличением дифферента на корму элементы циркуляции возрастают. Наоборот, дифферент судна на нос уменьшает циркуляцию, т.е. поворотливость судна улучшается.

Влияние осадки на циркуляцию неоднозначно. При одном и том же дифференте уменьшение осадки улучшает поворотливость, что объясняется увеличением относительной площади пера руля. Однако у большинства современных судов уменьшение осадки сопровождается увеличением дифферента на корму, в результате чего диаметр циркуляции остается практически неизменным.

Существенное влияние на элементы циркуляции оказывает крен судна. Увеличение диаметра циркуляции в сторону крена и уменьшение в противоположную сторону объясняются избыточным давлением воды на скулу со стороны наклоненного борта.

Элементы циркуляции, в частности выдвиг, мало зависят от скорости, которую имеет судно в начале поворота. Обычно с уменьшением скорости диаметр циркуляции немного уменьшается. Существенное уменьшение диаметра бывает только у быстроходных судов. В отличие от выдвига тормозной путь существенно зависит от начальной скорости судна и его водоизмещения. У транспортных судов величина выдвига находится в пределах трех-четырех длин судна, что соответствует тормозному пути судна в грузу при торможении с малого переднего хода или в балласте при торможении со среднего хода. Это должно учитываться при обосновании маневра уклонения от находящегося впереди препятствия.

Определение элементов циркуляции можно производить многими способами: с помощью РЛС, плавающих объектов, на створах, по двум горизонтальным углам, по пеленгу и вертикальному углу и т.д.

Элементы циркуляции определяют опытным путем для основных режимов главного двигателя (полный, средний, малый, самый малый), при развороте через левый и правый борт, в балласте и в полном грузу.

Для этого руль переключают на левый или правый борт (на 10° , 20° , 30°), через каждые 20—30 с определяют место судна на циркуляции, замечают курсы и крен, затем на планшете или карте крупного масштаба по данным наблюдений наносят места судна и соединяют их плавной кривой.

Указатели угловой скорости поворота.

При планировании и выполнении поворотов судна на новый курс необходимо учитывать маневренные элементы судна. Проблема заключается в сложной динамике криволинейного движения судна и в недостаточной точности данных, имеющих в распоряжении судоводителей:

- стандартная информация о маневренных характеристиках судна не обязательно отражает действительные маневренные характеристики судна в конкретный момент времени;

- движение судна на циркуляции представляет собой «случайный процесс» (с некоторым возможным «разбросом» траекторий) даже в идеальных внешних условиях;

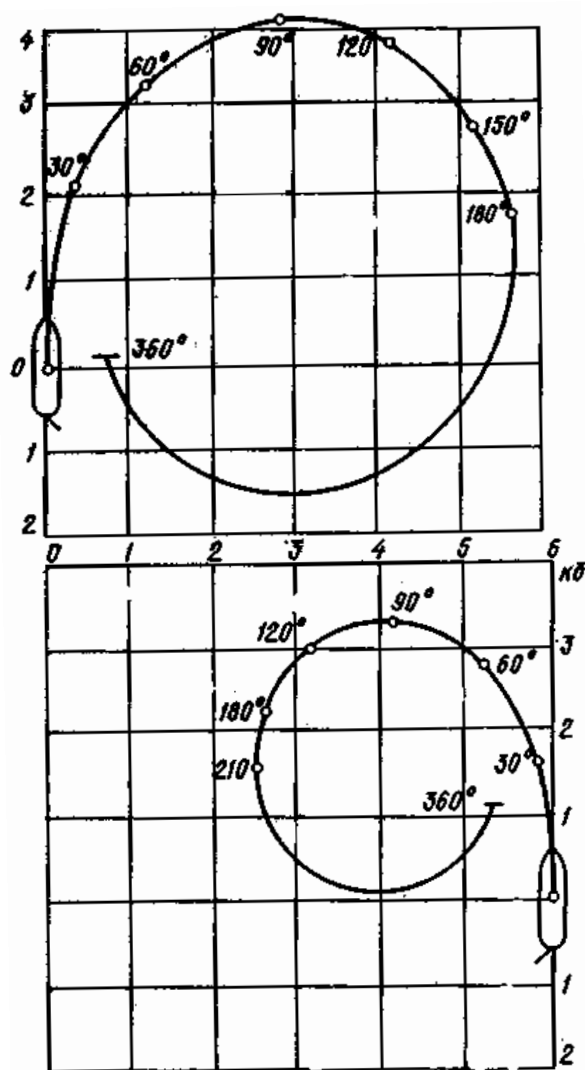


Рис. 2.3

- мелководье существенно изменяет характеристики циркуляции;
- течение, элементы которого никогда не известны с достаточной точностью смещает траекторию криволинейного движения судна относительно грунта;
- сильный ветер может изменять форму и размеры траектории движения судна на циркуляции до неузнаваемости.

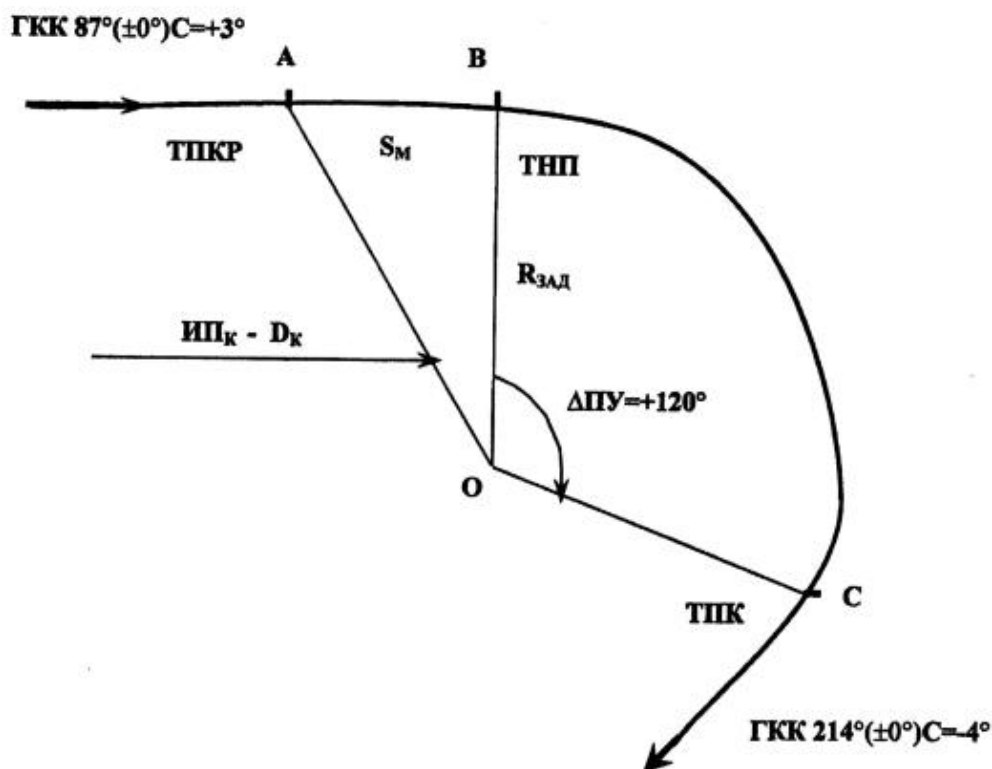


Рисунок 2.4 – Поворот на постоянной угловой скорости по дуге окружности (BC)

В результате поворот судна на новый курс практически никогда не может быть выполнен в строгом соответствии с планом – особенно в условиях мелководья, сильного ветра и течения. Это заставляет предусматривать дополнительный запас пространства и времени, а также – специальные методы контроля за движением судна на циркуляции для своевременного выявления и коррекции отклонений судна от заданной траектории. Принципиально новым методом планирования и выполнения поворотов, позволяющим оперативно учитывать фактическую поворотливость судна, является поворот с фиксированной (заданной) угловой скоростью:

$$W_{\text{зад}} = 0,95 R \cdot \frac{V}{R_{\text{зад}}} \text{ (град*мин) }, \quad (1)$$

где V – линейная скорость судна, узлы; $R_{\text{зад}}$ – требуемый (заданный) радиус циркуляции, морские мили (рис. 2.4).

Из-за разницы в углах суммарного сноса на путевых углах ПУ2 и ПУ1, величина изменения курса ($\Delta ИК = ИК2 - ИК1$) может существенно отличаться от ве-

личины изменения путевого угла ($\Delta \text{ПУ} = \text{ПУ}_2 - \text{ПУ}_1$) тогда требуемая угловая скорость поворота

$$W_t = W_{\text{зад}} \times \frac{\Delta \text{ИК}}{\Delta \text{ПУ}} (\text{град} \cdot \text{мин}) . \quad (2)$$

Технология планирования и выполнения поворота с постоянной угловой скоростью заключается в следующем (см. рис. 2.4):

1. Сняв с карты заданный радиус циркуляции $R_{\text{зад}}$ судоводитель по формуле (2) рассчитывает требуемую угловую скорость поворота;
2. На карту наносятся точка начала поворота («В»), точка конца поворота («С») и дуга окружности («ВС»), по которой должно следовать судно;
3. Рассчитывается и наносится на карту точка подачи команды на руль («А»), т. е. берется упреждение на величину «мертвого промежутка»

$$S_m = V \times t_m (\text{кб}) ,$$

где V – линейная скорость судна, кб/мин; t_m – «мертвый промежуток» (мин), т. е. промежуток времени с момента подачи команды на руль до момента, когда судно получит требуемую угловую скорость поворота;

4. Точка подачи команды на руль («ТПКР») «привязывается» контрольным пеленгом и дистанцией ($\text{ИП}_K; D_K$) к выбранному ориентиру;

В процессе плавания, когда судно придет в «ТПКР», судоводитель дает команду на перекадку руля и указывает рулевому требуемую угловую скорость поворота ($W_{\text{треб}}$).

Наблюдая за показаниями указателя угловой скорости поворота (гиротахометра) и самостоятельно корректируя угол перекадки руля, рулевой добивается постоянства угловой скорости $W_t = W_{\text{треб}} = \text{const}$ и тем самым ведет судно по окружности заданного радиуса;

5. Перед выходом на заданный курс (ГКК2) необходимо своевременно «одерживать» судно, что является обычной отработанной практикой.

В соответствии с Правилom V/19 «СОЛАС-74», все суда валовой вместимостью 50000 и более должны иметь индикатор угловой скорости поворота или иное средство определения и отображения угловой скорости поворота. Эксплуатационные требования к указателю угловой скорости поворота определены в Резолюции ИМО А.526(13).

Инерционные характеристики судна.

Основными элементами инерции являются время t и расстояние S , необходимые судну для его остановки или приобретения другой заданной скорости после изменения или прекращения работы движителя.

При управлении движением судна очень часто возникают ситуации, в которых необходимо изменение скорости судна: движение на акватории портов, рейдов, плавание в узкостях и по системам разделения движения, при расхождении судов в море, аварийные ситуации. Изменение скорости производится за счет изменения режима работы главного двигателя. После изменения режима работы

движителей скорость судна изменяется по определенному закону, а само судно совершает неравномерное движение.

Путь и время маневра, связанного с неравномерным движением, называют инерционными характеристиками судна.

Инерционные характеристики определяются временем, дистанцией, пройденной судном за это время и скоростью хода через фиксированные промежутки времени, и включают в себя следующие маневры:

- движение судна по инерции – свободное торможение;
- разгон судна до заданной скорости;
- активное торможение;
- подтормаживание.

На инерционные характеристики судна влияют различные факторы: начальная скорость движения, загрузка, крен, дифферент, тип и мощность силовой энергетической установки, глубина места и гидрометеорологические условия. Процесс торможения судна от исходной точки до остановки состоит из трех периодов: предварительного, пассивного и активного. Предварительный – время с момента подачи команды о начале торможения до начала падения частоты вращения винта. Пассивное торможение – это период движения судна при сброшенной нагрузке главного двигателя. Активное торможение – это время с момента начала вращения гребного винта на задний ход до полной остановки судна. Тормозной путь и время торможения в основном зависят от начальной скорости, водоизмещения, силы упора винта при работе движителя на задний ход и от влияния внешних сил – ветра, волнения, течения. Тормозные характеристики судна также, как и элементы циркуляции определяются опытным путем.

Свободное торможение характеризует процесс снижения скорости судна под влиянием сопротивления воды при неработающем двигателе. Двигатель работает до момента прекращения подачи топлива в цилиндры, затем двигатель останавливается, а винт продолжает вращаться (свободное вращение), оказывая дополнительное сопротивление движению судна.

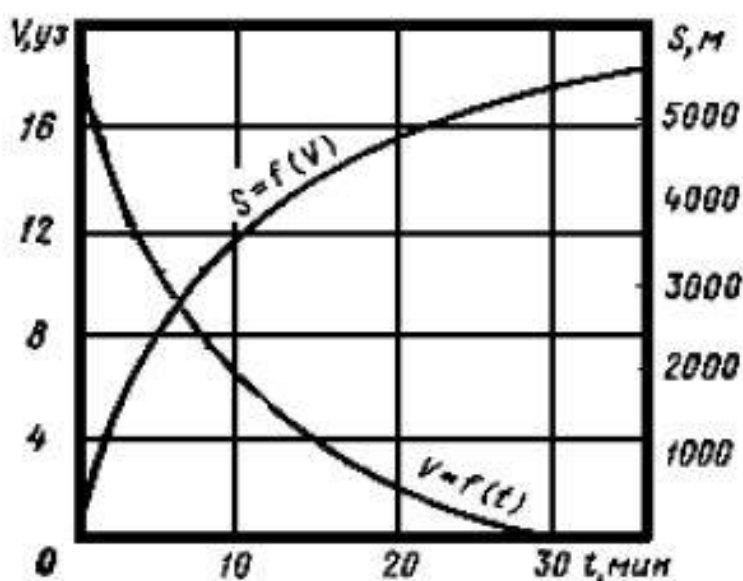


Рисунок 2.5 – Пассивное торможение

Активное торможение – это торможение при помощи реверсирования дизельного двигателя. Первоначально телеграф устанавливают в положение «Стоп», и только после того, как обороты двигателя упадут на 40 – 50 %, ручку телеграфа переводят в положение «Полный задний ход». Окончание маневра – остановка судна относительно воды.

Процесс активного торможения судна условно можно разделить на 3 периода:

- первый период (t_1) – от момента начала маневра до момента остановки двигателя ($t_1 \approx 7-8$ с);
- второй период (t_2) – от момента остановки двигателя до пуска его на задний ход;
- третий период (t_3) – от момента пуска ГД на задний ход до остановки судна или до приобретения установившейся скорости заднего хода.

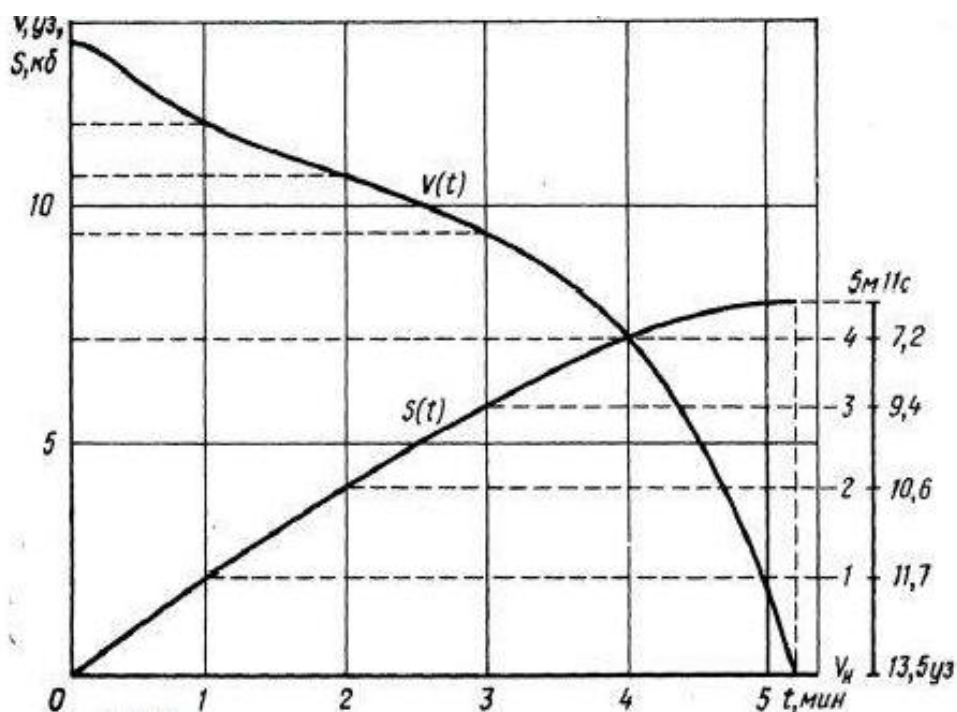
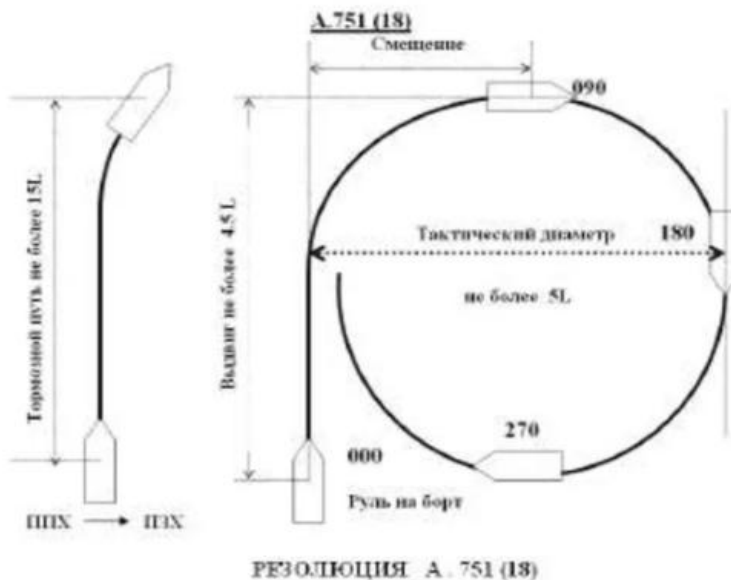


Рисунок 2.6 – Активное торможение

Влияние различных факторов на маневренные элементы судна. Влияние размещения грузов. Маневренные элементы судна в полном грузу и в балласте имеют различные значения. В грузу диаметр циркуляции и инерция больше. Судно медленнее набирает ход и для его поворота требуется большая перекладка руля. Для гашения инерции требуется больше времени. При размещении тяжелых грузов в концевых трюмах ухудшается поворотливость, а также устойчивость на курсе. Влияние дифферента. Нормальным считается дифферент равный нулю или дифферент на корму 50 см. При большем дифференте на корму или на нос уменьшается скорость. Поворотливость ухудшается с увеличением дифферента на корму, судно лучше слушается руля, но имеет большую рыскливость. Влияние крена. При наличии крена судно не идет прямо, а уклоняется с курса в сторону, противоположную крену из-за того, что скуловые образования испытывают неодинаковое сопротивление воды. Чтобы удерживать судно на курсе, необходимо не-

сколько переложить руль в сторону крена. Любая перекладка руля – потеря скорости.

Критерии ИМО по стандартам маневренных характеристик морских судов



По Резолюции ИМО А.751(18), принятой 4 ноября 1993 года, маневренные качества судна считаются удовлетворительными, если они соответствуют следующим критериям :

поворотливость:

при выполнении маневра «ПРАВО/ЛЕВО НА БОРТ» выдвиг не должен превышать 4.5 длины судна, а тактический диаметр – 5 длин судна;

тормозные характеристики:

тормозной путь при выполнении маневра ПЕРЕДНИЙ ПОЛНЫЙ – ЗАДНИЙ ПОЛНЫЙ не должен превышать 15 длин судна, однако этот критерий для судов большого водоизмещения, практически, может быть не выполнимым.

Навигационные качества судна Маневренные характеристики судна

Информация о маневренных элементах судна состоит из двух частей:

- - Оперативного минимума в форме таблицы маневренных элементов
- - Дополнительной информации, учитывающей специфику конкретного типа судна и динамику влияния различных факторов на маневренные качества судна в различных обстоятельствах.

Таблица маневренных элементов, как минимум должна содержать:

- - элементы поворотливости и ходкости;
- - инерционные характеристики.

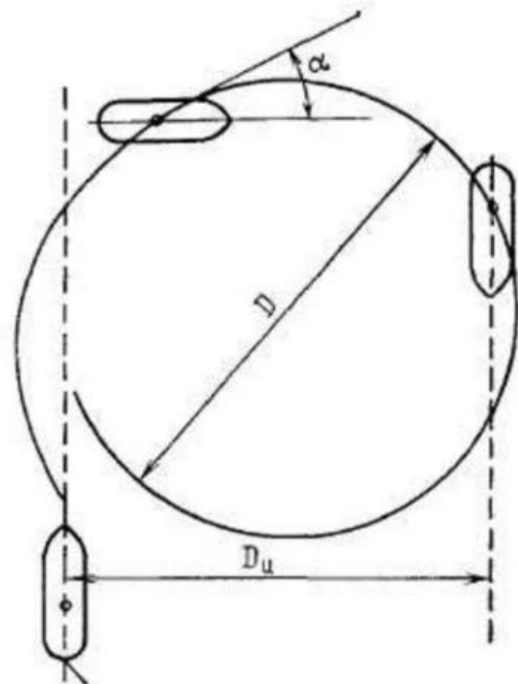


Рисунок 2.7 – Маневренные характеристики судна

3. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЗАНЯТИЯ

1. Проверка теоретических знаний студентов по пройденным темам дисциплины, имеющим отношение к теме практического занятия. Проводится в виде устного опроса в течение 10 мин.

2. Постановка задачи включает в себя пояснения преподавателя по отработываемым элементам в практической работе: определение элементов циркуляции и тормозного пути судна при разных условиях плавания. Применение полученных результатов для выполнения маневров при плавании в узкости, при швартовых операциях.

3. Рекомендации преподавателя по выполнению элементов практического задания, их очередности выполнения на тренажере (брифинг). Используется электронная карта района плавания, выводимая на экран. Поясняет методы и способы определения элементов циркуляции и тормозного пути судна при реверсах с использованием радиолокационной станции и электронной карты.

4. Самостоятельное выполнение обучающимися упражнения на навигационном тренажере. Поставленные задачи выполняются в малых группах по 2–3 человека за одним мостиком. Между членами группы распределяются роли: капитан, вахтенный помощник, матрос-рулевой. При необходимости группа разбивается на 2 подгруппы.

Во время самостоятельного выполнения упражнения обучающимися преподаватель постоянно контролирует процесс, оперативно указывает на ошибки, предоставляет необходимую методическую помощь. Студенты в своей работе используют при необходимости руководство по эксплуатации тренажера.

5. Дебрифинг (разбор результатов выполнения упражнения). Подведение итогов занятия.

4. ОПИСАНИЕ УПРАЖНЕНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ НА НАВИГАЦИОННОМ ТРЕНАЖЕРЕ

Предпочтительный район плавания и сценарий упражнения:

– Порт Лос-Анжелес и подходы.

– тип судна: рекомендуется использовать крупнотоннажное грузовое судно (варианты: танкер класса Aframax, фидерный контейнеровоз, балкер, газовоз, химовоз);

– условия сценария: собственное судно на якорной стоянке порта Лос-Анжелес. После съемки с якоря необходимо определить диаметр циркуляции и тормозной путь судна при реверсах, зайти в порт, выбрать место и выполнить разворот судна, двигаясь задним ходом.

Рекомендуется использование системы автоматической оценки компетентности тренажера (АСОК) для контроля правильности выполнения маневра поворота на новый курс с постоянной угловой скоростью.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что входит в понятие «управляемость» судна?
2. Перечислите основные характеристики понятия «управляемости» судна.
3. Что служит мерой поворотливости судна?
4. Дайте определение циркуляции судна.
5. Назовите основные характеристики циркуляции судна.
6. Как связаны между собой длина судна и диаметр циркуляции?
7. Какие факторы оказывают влияние на элементы циркуляции?
8. Какое влияние на диаметр циркуляции оказывает крен судна?
9. Какое влияние на диаметр циркуляции оказывает скорость судна?
10. Как изменится диаметр циркуляции при плавании на мелководье?
11. Что входит в понятие «Инерционные характеристики» судна?

6. ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Клементьев А.Н. Основы управления судном / А.Н. Клементьев. – Нижний Новгород: ВГУВТ. – Часть 1 – 2011. – 144 с.
2. Клементьев А.Н. Основы управления судном / А.Н. Клементьев. – Нижний Новгород: ВГУВТ. – Часть 2 – 2015. – 84 с.
3. Антонов, В. А. Теоретические вопросы управления судном: учебное пособие / В.А. Антонов, М.Н. Письменный. – 2-е изд. – Владивосток: МГУ им. адм. Г.И. Невельского, 2007. – 78 с.
4. Управление командой и ресурсами мостика. Bridge Team & Resource Management / С.М. Стадниченко. – М.: ТЭС, 2015. – 212 с.

Практическое занятие № 3

УПРАВЛЕНИЕ СУДАМИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ. ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ СУДАМИ С ВИНТО-РУЛЕВЫМИ КОЛОНКАМИ. ВЫПОЛНЕНИЕ СТАНДАРТНЫХ МАНЕВРОВ: РАЗВОРОТ НА МЕСТЕ, ДВИЖЕНИЕ ЛАГОМ, ДВИЖЕНИЕ ПО КРУГУ

1. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ

3.1. Цель занятия: приобретение обучающимися компетенций согласно табл.

Таблица 3.1 – Формируемые компетенции

Формируемая компетенция	Владения	Умения	Знания
Компетенции согласно Кодексу ПДНВ Раздел А-П/2. Функция «Судовождение на уровне управления» ПК-10 «Способность маневрировать и управлять судном в любых условиях»			
ПК-10.8. Знает порядок использования двигательной установки и систем маневрирования.	–	Умеет выполнять маневры с использованием систем маневрирования.	Устройство и принцип действия систем маневрирования.

Объем: рекомендуется не менее 4 академических часов.

Содержание:

	Описание	Время
1.	Текущий контроль знаний студентов в виде устного опроса по пройденным темам дисциплины, имеющим отношение к теме практического занятия	10 мин
2.	Постановка задачи для выполнения упражнения	10 мин
3.	Рекомендации по выполнению упражнения	10 мин
4.	Выполнение упражнения на навигационном тренажере: выполнение стандартных маневров: разворот на месте, движение лагом, движение по кругу с использованием поворотных винто-рулевых колонок.	120 мин
5.	Дебрифинг, обсуждение ошибок, выявленных в ходе выполнения упражнения	10 мин
6.	Подведение итогов занятия	10 мин

Необходимое оборудование и материалы:

1. Навигационный тренажер типа “Navi Trainer Pro” (см. рис. 1.1);
2. Руководство пользователя навигационного тренажера “Navi Trainer Pro”;
3. Компьютер и мультимедиа-проектор для демонстрации слайдов по теме занятия и проведения дебрифинга.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

На судах, для улучшения маневренных характеристик используются средства активного управления, которые позволяют создавать силу тяги в направлениях, отличных от направления диаметральной плоскости судна. К средствам активного управления (САУ) относятся устройства, которые способны создавать на корпусе судна поперечные силы на минимальных скоростях или при отсутствии хода. Наибольший эффект от использования САУ проявляется в швартовном режиме. С ростом скорости движения судна эффективность САУ падает. Главным достоинством САУ является обеспечение самостоятельного маневрирования судна в стесненных условиях.

Применяющиеся в настоящее время на судах САУ включают:

- поворотные винтовые колонки (ПВК, рис. 3.1);
- активные рули (АР);
- крыльчатые движители (КД);
- отдельные поворотные насадки (РПН);



Рисунок 3.1 – Поворотная винтовая колонка

Поворотные винтовые колония (ПВК) представляют собой устройство, состоящее из винта или винта с насадкой, установленного на подвижном баллере. Двигатели, обеспечивающие вращение винта и поворот баллера, расположены внутри корпуса судна. В результате поворота ПВК, она действует как средство управления за счет изменения направления тяги. Обычно угол поворота ПВК составляет 360° , что позволяет менять направление тяги на обратное без реверсирования приводного двигателя. ПВК могут применяться как главные движители на судах, к маневренным качествам которых предъявляются повышенные требования, например: портовые буксиры, паромы, краны, плавучие буровые и т.д. В этом случае ПВК выполняются стационарными.

Винто-рулевые колонки (ВРК) объединяют в себе пропульсивную (гребную) установку и рулевое устройство. Управление судном происходит путем поворота гребного винта (изменяется направление упора) вокруг вертикальной оси ВРК с помощью поворотной трубы, которая выполняет роль баллера, и вращается с помощью специального гидропровода.

Достоинствами ВРК являются:

- Повышение маневренности судна, особенно в сложных навигационных условиях; судно может разворачиваться на месте, двигаться лагом при двух ВРК, двигаться и управляться при заднем ходе.
- Улучшение устойчивости судна на курсе в связи с отсутствием бокового упора, присущего традиционным гребным винтам.
- Повышение надежности гребной установки, например, при посадках на мель; при двух ВРК судно может самостоятельно сняться с мели.
- Возможность демонтажа ВРК для ремонта и ремонта без докования судна.
- Меньше шум и вибрация. Меньше объем машинного отделения.

Названные достоинства ВРК определяют их назначение. Они применяются на грузовых и пассажирских судах, буксирах, паромах, буровых платформах и судах, работающих на шельфе.

В последнее время получила распространение электродвижущаяся система AZIPOD (Azimuthing Electric Propulsion Drive), которая включает в себя дизель-генератор, электромотор и винт.

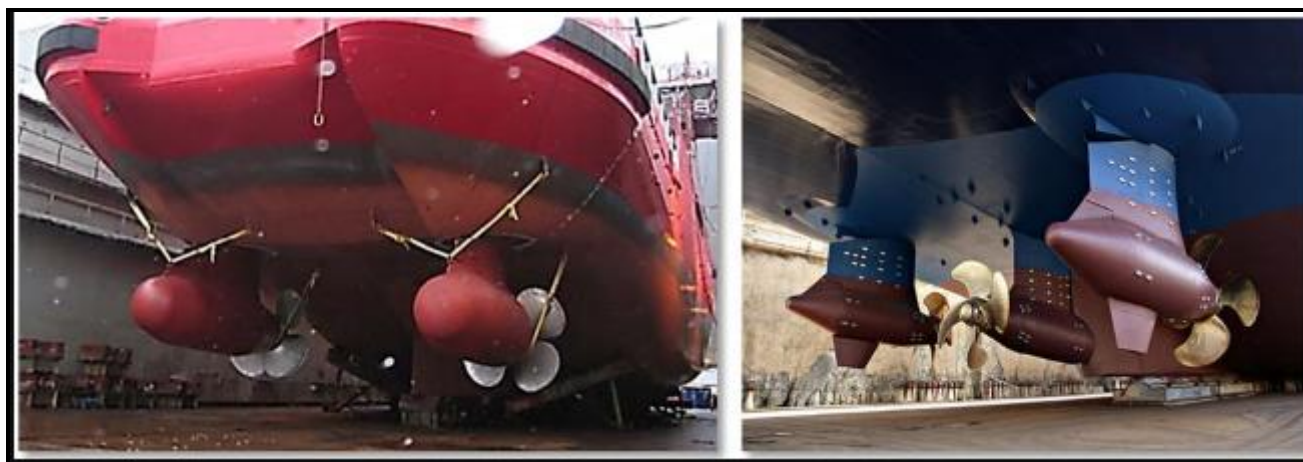


Рисунок 3.2 – Винто-рулевая колонка «AZIPOD»

Винто-рулевая колонка AZIPOD состоит из высокомоментного электродвигателя, расположенного в отдельном корпусе – поде (рис. 3.2). Гребной винт установлен непосредственно на валу электродвигателя, что позволило передавать вращающий момент с двигателя непосредственно на винт, минуя промежуточные валы или редукторы. Электроэнергия для AZIPOD подается от судовой электростанции с помощью гибких кабелей.

Отказ от промежуточных элементов пропульсивной системы позволил исключить потери энергии, возникающие в них при передаче энергии с вала двигателя на винт. Установка закреплена вне корпуса судна с помощью шарнирного механизма и может вращаться вокруг вертикальной оси на 360° , что позволяет получить лучшую маневренность судна как по курсу, так и по скорости по сравнению с обычными движительными установками. Система поворота – гидравлическая.

Преимущества системы:

1. Сочетание в себе нескольких функций одновременно. Она одновременно является двигателем, движителем и средством управляемости судна.

2. Повышенная маневренность в тяжелых ледовых условиях. Возможность поворота на 360° обеспечивает полный крутящий момент и тягу в любом направлении, полный крутящий момент доступен даже при остановке гребного винта и при реверсировании.

3. Прочная механическая конструкция. Один короткий вал и отсутствие конических зубчатых передач означает, что максимальный крутящий момент электрического двигателя может быть полностью использован без механических ограничений.

4. Прочность и жесткость. Корпус AZIPOD с рамной конструкцией и короткий жесткий валопровод выдерживают резкие изменения тяги и высокие ударные нагрузки во время дробления льда.

5. Экономия топлива на 15 %.

6. Возможность судна двигаться во льдах кормой вперед. При этом движении происходит существенное снижение требуемой мощности. Обычно танкер, требующий мощность 10 МВт при движении в открытой воде будет требовать установленной мощности в 20 МВт для движения во льдах носом вперед. Если же его конструкция будет предусматривать движение во льдах кормой вперед, требуемая мощность будет снижена до 12 МВт.

7. Простота силовой передачи. В то время как механические движители имеют сложную трансмиссию с зубчатыми колесами и валами, AZIPOD имеет только электрические кабели между источником электрического питания и электродвигателем. Это позволяет построить крайне прочное гребное устройство, объединяющее в себе простоту, прочность и надежность для наиболее сложных ледовых условий и судов любого ледового класса.

8. Экономность. Эта установка не только оптимально размещает весь винто-рулевой комплекс в подводной части судна, но и значительно упрощает компоновку машинного отделения обслуживающими системами и механизмами. Исходя из этого, удалось сократить размеры машинного отделения, стоимость по-

стройки, а также упростить ряд технологических операций. Соответствие требованиям.

9. Плавное изменение скорости. Применение частотного преобразователя энергии позволяет плавно изменять скорость, а также обеспечивать контроль крутящего момента. Небольшой диаметр винта. Удалось уменьшить внешний диаметр гребного винта, сохранив все его гидродинамические характеристики. Высокая пропульсивная эффективность. Работа всех устройств и механизмов имеет низкую шумность и вибрацию.

10. Система контроля. Она позволяет постоянно контролировать скорость двигателя, держа угол атаки винта в заданном режиме работы, и не превышать предельно допустимых значений. Частота вращения винта может изменяться путем регулировки уровня тока, подаваемого на электродвигатель. Сам электропривод низковольтный, рассчитан на напряжение 690 В.

Система управления AZIPOD Установки AZIPOD применяются на контейнеровозах, балкерах, пассажирских судах и т. д. В подавляющем большинстве это достаточно крупные суда. Немаловажным фактором является большая возможность использовать пропульсивные установки AZIPOD для ледоколов и судов ледового плавания. Один из примеров использования AZIPOD – танкер двойного действия (рис. 3.3), который на открытой воде движется как обычное судно, а во льдах движется кормой вперёд как ледокол, для чего кормовая часть такого судна оснащена ледовым подкреплением для ломки льда.



Рисунок 3.3 – Танкер двойного действия

Современные суда ледового плавания, как правило, имеют навигационный мостик закрытого типа во всю ширину судна. Две консоли управления модулями AZIPOD расположены в центре мостика (в передней части для управления судном при движении вперёд и в задней части при движении кормой вперёд) и по одной на каждом из крыльев (рис. 3.4).



Рисунок 3.4 – Консоль управления модулями AZIPOD

Консоли, установленные на крыльях мостика, позволяют капитану одновременно управлять модулями и контролировать окружающую обстановку у борта судна, например, во время таких сложных операций как швартовка к причалу, подход к которому затруднён из-за льда. Консоль управления, как правило, оборудована монитором рабочей станции, средствами связи, телеграфом и джойстиками ручного управления движителями AZIPOD (рис. 3.5).



Рисунок 3.5 – Джойстики ручного управления AZIPOD

3. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЗАНЯТИЯ

1. Проверка теоретических знаний студентов по пройденным темам дисциплины, имеющим отношение к теме практического занятия. Проводится в виде устного опроса в течение 10 мин.

2. Постановка задачи включает: отработать стандартные маневры на судне, имеющем винто-рулевой комплекс типа AZIPOD

3. Рекомендации преподавателя по выполнению элементов практического задания, их очередности выполнения на тренажере (брифинг).

4. Самостоятельное выполнение обучающимися упражнения на навигационном тренажере. Поставленные задачи выполняются в малых группах по 2-3 человека за одним мостиком. Между членами группы распределяются роли: лоцман, капитан, матрос-рулевой. При необходимости группа разбивается на 2 подгруппы.

Во время самостоятельного выполнения упражнения обучающимися преподаватель постоянно контролирует процесс, оперативно указывает на ошибки, предоставляет необходимую методическую помощь. Студенты в своей работе используют при необходимости руководство по эксплуатации тренажера.

5. Дебрифинг (разбор результатов выполнения упражнения). Подведение итогов занятия.

4. ОПИСАНИЕ УПРАЖНЕНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ НА НАВИГАЦИОННОМ ТРЕНАЖЕРЕ

Предпочтительный район плавания и сценарий упражнения:

- порт Санкт-Петербург
- тип судна: буксир
- условия сценария: собственное судно должно выполнить маневры разворота на месте на переднем и заднем ходу, подойти кормой к причалу и удерживаться на заданном расстоянии при наличии ветра, течения.

Рекомендуется использование системы автоматической оценки компетентности тренажера (АСОК) для контроля выполнения маневров.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что относится к средствам активного управления судном?
2. Когда и для чего используются средства управления судном?
3. Какой принцип действия средств активного управления судном?
4. Устройство поворотной винтовой колонки?
5. Устройство винто-рулевой колонки?
6. Система AZIPOD и ее преимущества?
7. Суда двойного назначения, где они применяются?

6. ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Клементьев А.Н. Основы управления судном / А.Н. Клементьев. – Нижний Новгород: ВГУВТ. – Часть 1 – 2011. – 144 с.
2. Клементьев А.Н. Основы управления судном / А.Н. Клементьев. – Нижний Новгород: ВГУВТ. – Часть 2 – 2015. – 84 с.
3. Антонов В. А. Теоретические вопросы управления судном: учебное пособие / В.А. Антонов, М.Н. Письменный. – 2-е изд. – Владивосток: МГУ им. адм. Г.И. Невельского, 2007. – 78 с.

СУДНО КАК ОБЪЕКТ УПРАВЛЕНИЯ

*Методические указания
к практическим занятиям*

Составитель: **Подпорин** Сергей Анатольевич,
Захаров Валерий Вадимович, **Михайлов** Владимир Викторович,
Загородний Алексей Алексеевич, **Рассохин** Андрей Юрьевич

В авторской редакции

Изд. № 56/2021. Объем 2 п.л.
РИИЦМ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»