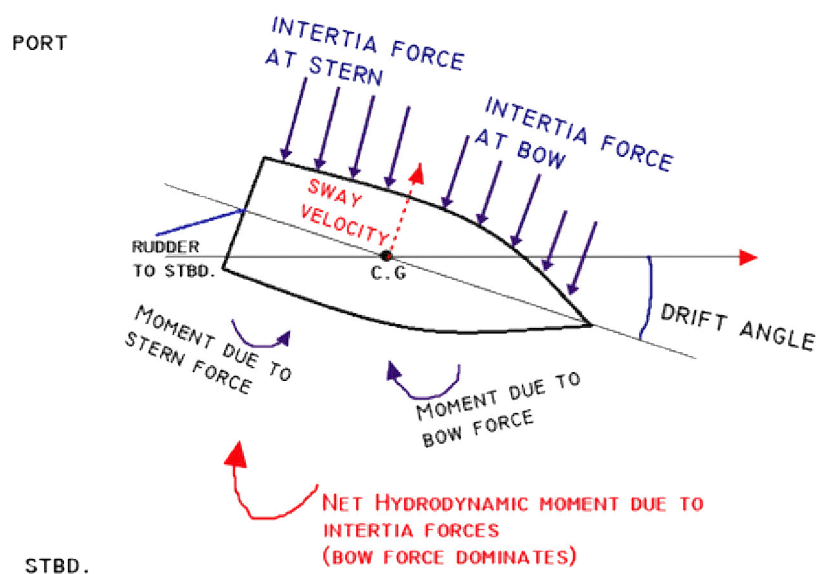


БАЗОВІ ПРИНЦИПИ МАНЕВРУВАННЯ СУДНА



Міністерство освіти та науки України
Херсонська державна морська академія

О. М. Товстокорий

Базові принципи маневрування судна

Навчальний посібник

Херсон
ХДМА
2018

УДК 656.61.052:164.041-021.61(075)

Т 50

Рецензенти:

А. С. Мальцев – к.д.п., д.т.н., професор кафедри

«Управління судном» НУ «ОМА»;

М. М. Цимбал – д.т.н., професор, декан

судноводійського факультету НУ «ОМА»;

С. О. Смахтін – к.д.п., капітан компанії «Seaspan Corporation Ltd.»

*Рекомендовано до друку Вченою радою
Херсонської державної морської академії
(протокол № 5 від 09.11.2017 року)*

Товстокорий О. М.

Т 50 Базові принципи маневрування судна : навчальний посібник / О. М. Товстокорий. –
Херсон : ХДМА, 2018. – 336 с.

ISBN 966-2245-43-1

Навчальний посібник «Базові принципи маневрування суден» з дисципліни «Управління судном» пропонується для навчання морських офіцерів на першому етапі згідно з ММО Модельних курсів 7.03 «Підготовка навігаційних офіцерів». Його можна використовувати для навчання курсантів морських коледжів, перших курсів морських академій, для самостійної підготовки судноводіїв та підвищення їхньої кваліфікації. Надана спроба висвітлити базові принципи маневрування суден з урахуванням чинних фізичних законів. Посібник пропонується для широкого загалу читачів.

УДК 656.61.052:164.041-021.61(075)

ISBN 966-2245-43-1

© Товстокорий О. М., 2018
© ХДМА, 2018

Передмова

Міжнародна морська організація (ММО) в 2014-му році запропонувала нові стандарти навчання спеціалістів морської галузі. Для впровадження в життя цих стандартів ММО розробила модельні курси для навчання спеціалістів у різних галузях морських професій. Для судноводіїв розроблені програми ММО Модельних курсів 7.03 «Підготовка навігаційних офіцерів» та 7.01 «Підготовка капітанів та старших помічників». Згідно з цими Модельними курсами і пропонується проводити навчання персоналу морських суден.

У цьому навчальному посібнику пропонується матеріал для навчання морських офіцерів на першому етапі згідно з Модельними курсами 7.03 «Підготовка навігаційних офіцерів». Його можна використовувати для навчання курсантів морських коледжів, перших курсів морських академій, для самостійної підготовки судноводіїв та підвищення їхньої кваліфікації. Надана спроба висвітлити базові принципи маневрування суден з урахуванням чинних фізичних законів. Посібник пропонується для широкого загалу читачів.

Я також хочу висловити глибоку повагу і вдячність авторам, які всебічно розробляли ці питання, за опубліковані матеріали, якими я користувався при написанні цього посібника.

Зміст

1. Базові фізичні закони	11
1.1 Закон Архімеда	11
1.2 Закони Ньютона	13
- 1-й закон руху	13
- 2-й закон руху	13
- 3-й закон руху	14
- закон всесвітнього тяжіння	14
1.3 Типи руху	14
1.4 Закон Бернуллі	16
- розподіл потоку води навколо судна за законом Бернуллі	18
1.5. Сили, що діють між молекулами	21
2. Фізичні властивості потоку навколо крила	35
2.1 Потік навколо крила	35
2.2 Сили, що діють на крило	36
2.3 Визначення для розмірів крила	40
2.4 Фактори, що впливають на ефективність крила	41
2.5 Застосування властивостей крила до корпусу судна	42
2.6 Кінцеві ефекти потоку навколо крила	42
2.7 Співвідношення довжини до ширини крила	43
2.8 Співвідношення довжини до ширини крила, кут атаки та кут зриву потоку	44
2.9 Звуження крил з малим і великим співвідношенням довжини та ширини	45
2.10 Потік води навколо крила	46
2.11 Кавітація	47
3. Рух судна під впливом перекладеного керма	50
3.1 Утримання судна на курсі та робота суднового керма	50
3.2 Обертальний рух	52
3.3 Дія суднового керма	54
3.4 Рух судна під впливом перекладеного керма під час руху вперед	55
3.5 Рух судна під впливом перекладеного керма під час руху назад	59
3.6 Елементи циркуляції	60
4. Сили та моменти, що діють на судно під час керування при маневруванні. Рівняння руху судна	64

4.1 Пристрої керування судном	64
4.2 Ступені свободи руху судна	65
4.3 Сили, що діють на судно	66
4.4 Рівняння руху судна	67
4.5 Керованість судна	69
4.6 Діаграма керованості	72
4.7 Вплив параметрів корпусу та керма на керованість	73
5. Сили взаємодії гвинта, керма та корпусу судна	77
5.1 Вплив бокових сил, що обумовлені роботою гребного гвинта	77
5.2 Вплив бокових сил, пов'язаних з попутним потоком, під час роботи гребного гвинта на передній хід	78
5.3 Вплив бокових сил, пов'язаних з попутним потоком, під час роботи гребного гвинта на задній хід	80
5.4 Вплив бокових сил, обумовлених реакцією води	81
5.5 Вплив бокових сил, обумовлених дією струменю, що накидається	81
5.6 Сумарний вплив бокових сил, обумовлених роботою гребного гвинта	83
5.7 Вплив гребного гвинта та керма на керованість судна	83
6. Загальні відомості про інерційно-гальмівні якості судна	86
6.1 Тяга гвинта	86
6.2 Опір води рухові судна	87
6.3 Інерція судна та приєднаних мас води	88
6.4 Сили, що діють на судно під час прямолінійного руху	88
6.5 Реверсування ДВЗ – ГФК	90
6.6 Реверсування ТЗА – ГФК	90
6.7 Реверсування ГЕД – ГФК	91
6.8 Реверсування ГРК	91
6.9 Градація ходів судна	92
6.10 Гальмування судна. Періоди гальмування	93
6.11 Гальмування за допомогою якорів	94
6.12 Екстрене гальмування за допомогою перекладок керма	96
6.13 Аварійне використання якоря в різних умовах	98
7. Керованість судна під час впливу вітру	102
7.1 Сили та моменти, що виникають під впливом вітру	102
7.2 Вітровий дрейф судна	106

7.3 Маневрування в умовах вітру	110
8. Маневрені елементи	115
8.1 Маневрені характеристики судна	115
8.2 Елементи циркуляції судна	117
8.3 Інерційні якості судна	119
8.4 Резолюції ІМО стосовно маневрених елементів	120
8.5 Лоцманська картка судна	121
8.6 Таблиця маневрених характеристик судна	122
8.7 Формуляр маневрених характеристик судна	124
8.8 Критерії ІМО за стандартами маневрених характеристик морських суден	125
8.9 Визначення маневрених характеристик судна	128
8.10 Умови застосування стандартів	128
8.11 Способи визначення маневрених характеристик	129
8.12 Визначення дистанції за кутом зниження	131
8.13 Визначення маневрених характеристик за допомогою СРНС	131
8.14 Визначення маневрених характеристик за допомогою СРНС та РЛС	132
9. Засоби активного керування судном	134
9.1 Активне кермо	135
9.2 Роторне кермо	136
9.3 Кермо Беккера-Ястрема	138
9.4 Фланкіруюче кермо	140
9.5 Кермо Шиллінга	141
9.6 Подвійне кермо Шилінга	142
9.7 Кермо Дорфера	143
9.8 Роздільні поворотні насадки	149
9.9 Тунельний підрулюючий пристрій	150
9.10 Головні гвинто-рульові колонки:	151
- Електрорушійна система AZIPOD.	154
- Z-подібна передача (кутова колонка) (Z-drive).	155
9.11 Висувний азимутальний підрулюючий пристрій	156
9.12 Водометний рушій (водомер).	156
9.13 Судновий крильчастий рушій, (<i>Voith Schneider Propeller</i>).	159
9.14 Система динамічного позиціонування	162
10. Полус повороту	167

10.1	Що таке полюс повороту?	167
10.2	Криволінійний рух	168
10.3	Положення полюсу повороту	169
10.4	Використання буксирів	170
10.5	Вплив вітру на положення полюсу повороту	171
10.6	Вплив керма на положення полюсу повороту	174
10.7	Інерція обертання і положення полюсу повороту	175
10.8	Вплив гребного гвинта на положення полюсу повороту	177
10.9	Задній хід і положення полюсу повороту	177
10.10	Рух назад судна, що обладнане рушієм типу AZIPOD	178
10.11	Базовий фізичний принцип: боковий рух та обертання	179
10.12	Переміщення ПП під впливом бокової сили	180
10.13	Експериментальне визначення положення ПП	182
10.14	Вплив положення ПП на ширину смуги руху, що займає судно під час повороту.	184
10.15	Метод розвороту судна з найменшим радіусом розвороту	185
10.16	Базові величини сил, що діють на судно	187
11.	Фактори, що впливають на маневрові характеристики	190
11.1	Конструктивні фактори, що впливають на маневрові характеристики судна	190
11.2	Зміна маневрових характеристик при зміні кута перекладки керма	193
11.3	Вплив вітру на маневрові характеристики судна	194
11.4	Вплив течії на маневрові характеристики судна	195
11.5	Вплив мілководдя на маневрові характеристики судна	197
11.6	Зміна маневрових характеристик при зміні швидкості судна	198
11.7	Зміна маневрових характеристик судна залежно від типу стернового прилада	199
11.8	Відмінність маневрових характеристик судна з азимутальними поворотними колонками від конвенційного судна	201
11.9	Відмінність маневрових характеристик судна з крильчастим рушієм від конвенційних	203
11.10	Відмінність маневрових характеристик судна з	205

водомером від конвенційних	
12. Людина за бортом	209
12.1 Першочергові дії у випадку падіння людини за борт	209
12.2 Маневр «Людина за бортом»	210
12.3 Поворот Андерсона	211
12.4 Поворот Вільямсона	211
12.5 Поворот Шарнова	212
12.6 Маневр МОВ у стиснених умовах	213
12.7 Процедура МОВ	213
12.8 Маневр МОВ в умовах вітру	216
12.9 Маневр МОВ в умовах вітру судна з механічним двигуном	217
12.10 Маневр МОВ на вітрильнику	221
12.11 Маневр МОВ на яхті	221
12.12 Маневр МОВ на великому вітрильнику з прямим вітрильним оснащенням	223
12.13 Пошук людини за бортом	224
13. Плавання на мілководді	226
13.1 Глибина, з якої починають проявлятися явища, що характерні для мілководдя	226
13.2 Просідання судна під час плавання на мілководді (швидкісне просідання)	227
13.2.1 Просідання у вузьких каналах	229
13.2.2 Просідання на необмеженому мілководді	232
13.2.3 Графіки просідання	235
13.2.4 Заміри просідання та осадки	238
13.2.5 Вплив ефектів просідання на крен та диферент	240
13.2.6 Усвідомлення ознак просідання	242
13.2.7 Наявність глибин, що показані на карті	243
13.3 Хвильовий опір на мілководді	245
13.3.1 Зміни в шляхах розповсюдження хвиль на мілководді	246
13.3.2 Критична швидкість	247
13.3.3 Подолання хвильового бар'єру на мілководді	250
13.3.4 Хвилі від швидкісних суден на мілководді	252
13.4 Вплив мілководдя на керованість судна	254
13.4.1 Мілководдя і стернування	254
13.4.2 Мілководдя і гальмівні відстані	255

13.5 Гідродинамічна взаємодія суден, що розходяться	257
13.6 Гідродинамічна взаємодія суден під час обгону	259
14. Хвилювання моря	262
14.1 Види хвиль	262
14.2 Вітрові хвилі.	263
14.3 Цунамі.	264
14.4 Приливи та відливи	265
14.5 Хвилі на воді	267
14.6 Загальні відомості про хвилювання	268
14.7 Фазова швидкість хвиль на глибині	269
14.8 Форма поверхні моря на глибокій воді	271
14.9 Енергія хвилі на глибокій воді	274
14.10 Накладання хвиль	275
14.11 Фазова швидкість хвиль на міліні	276
14.12 Рух хвиль та їхня швидкість на дуже мілкій воді	278
14.13 Ефект рефракції хвиль на міліні	278
14.14 Фазова швидкість хвиль на міліні	279
14.15 Ефекти мілкої води та течії, що відбиваються на хвилях	281
14.16 Формування та склад фактичних умов моря	283
14.17 Брижі	287
14.18 Штовханина	288
15. Якірні операції	291
15.1 Конвенція ПДНВ стосовно якірних операцій	291
15.2 Якір	292
15.3 Якірний ланцюг	294
15.4 Якірний пристрій	297
15.5 Правила експлуатації якірного пристрою	298
15.6 Техніка безпеки при якірних роботах	300
15.7 Вибір місця якірної стоянки	300
15.8 Розрахунок параметрів якірної стоянки	302
15.9 Глибина віддачі якоря	304
15.10 Радіус безпечної якірної стоянки	304
15.11 Віддача якоря	305
15.12 Знямання з якоря	307
15.13 Дії, коли якір не чистий	308
16. Швартовні операції	311
16.1 Керівні документи	311

16.2 Види швартовок	312
16.3 Склад швартовного пристрою	313
16.4 Процес подачі швартових	316
16.5 Основні положення швартовки	318
16.6 Безаварійний контакт судна з причалом у процесі швартовних операцій	320
16.7 Вимоги до забезпечення безпечної стоянки на швартових	324
16.8 Типове розташування швартових	327
16.9 Вимоги до розтушування швартових	328
16.10 Безпека під час виконання швартовних операцій	330

Навчальне видання

Товстокорий Олег Миколайович

Базові принципи маневрування судна

Відповідальний за випуск *Р. Є. Врублевський*
Технічний редактор *Т. О. Радул*,
Друк, фальцювальні-палітурні роботи *В. Г. Удов*

Формат 60x84/12. Папір офсетний.
Ум. друк. арк. 28,0
Підписано до друку року 14.11.2017
Тираж 150 примірників.

Видавництво
Херсонська державна морська академія,
просп. Ушакова, 20, м. Херсон, 73000
Тел.: 49-20-20
Ел. адреса: rvv@ksma.ks.ua

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої
справи до Державного реєстру
ДК № 4319 від 10.05.2012