

ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова

Факультет навигации и связи


Кафедра МиУС

К.т.н., доц. Коротков Б.П.

Теория судна. Статика

Лекция № 12

**Общие принципы
нормирования
стойчивости судна**



Вопросы лекции

1. Понятие об общих принципах нормирования устойчивости
2. Контроль и поддержание устойчивости судна

Знание, понимание и профессиональные навыки в соответствии с минимальным стандартом компетентности для вахтенных помощников капитана судов (в соответствии с ПДНВ)

1. Знание влияния груза, включая тяжеловесные грузы, на мореходность и остойчивость судна
2. Рабочее знание и применение информации об остойчивости, посадке и напряжениях, диаграмм и устройств для расчета напряжений в корпусе

Знание, понимание и профессиональные навыки в соответствии с минимальным стандартом компетентности для капитанов и старших помощников капитана (в соответствии с ПДНВ)

1. Знание рекомендаций ИМО, касающихся устойчивости судна

1. Понятие об общих принципах нормирования устойчивости

Минимальные требования к остойчивости судов:

- «Международный Кодекс устойчивости неповрежденных судов» ИМО
- «Правила классификации и постройки морских судов» Российского морского Регистра
- Правила других классификационных обществ (BV, GL, DNV, ABS, etc...)

Требования к устойчивости судов

```
graph TD; A[Требования к устойчивости судов] --> B[Общие требования (для всех судов)]; A --> C[Дополнительные требования (к отдельным типам судов)];
```

**Общие
требования
(для всех
судов)**

**Дополнительные
требования
(к отдельным типам
судов)**

Общие требования к стойчивости включают:

1. Критерий погоды – физический критерий достаточности устойчивости судна
2. Набор требований к отдельным характеристикам устойчивости:
 1. Требования к ДСО
 2. Требования к метацентрической высоте
 3. Учет обледенения судна

- Критерий погоды - это отношение опрокидывающего момента к кренящему моменту от давления ветра:

$$K = \frac{M_c}{M_v}$$

- M_c – опрокидывающий момент
- M_v – динамически приложенный кренящий момент от давления ветра

Условие достаточной ОСТОЙЧИВОСТИ

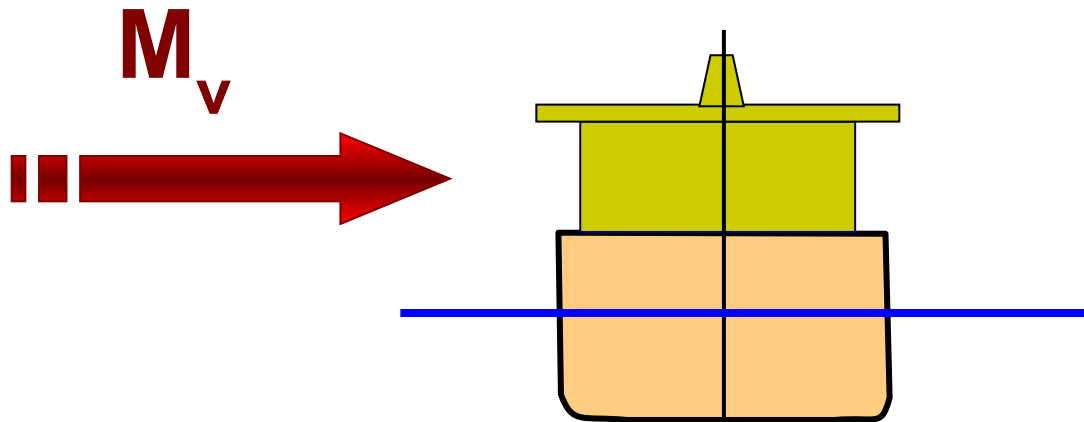
- Остойчивость судна считается удовлетворительной, если $K \geq 1$
- Для судов, работающих в тяжелых штормовых условиях, стойчивость считается достаточной при $K \geq 1,5$

- Критерий погоды моделирует критическую ситуацию, в которой может оказаться судно
- Выполнение критерия погоды проверяется по-разному для судов, построенных до 1 июля 2002 года и после этой даты

Критическая ситуация для судов, построенных до 1 июля 2002г :

1. Судно испытывает симметричную бортовую качку амплитудой θ_r
2. При достижении наибольшего крена на ЛБ, на судно со стороны ЛБ действует ветровой кренящий момент M_v

Критическая ситуация для судов, построенных до 1 июля 2002г



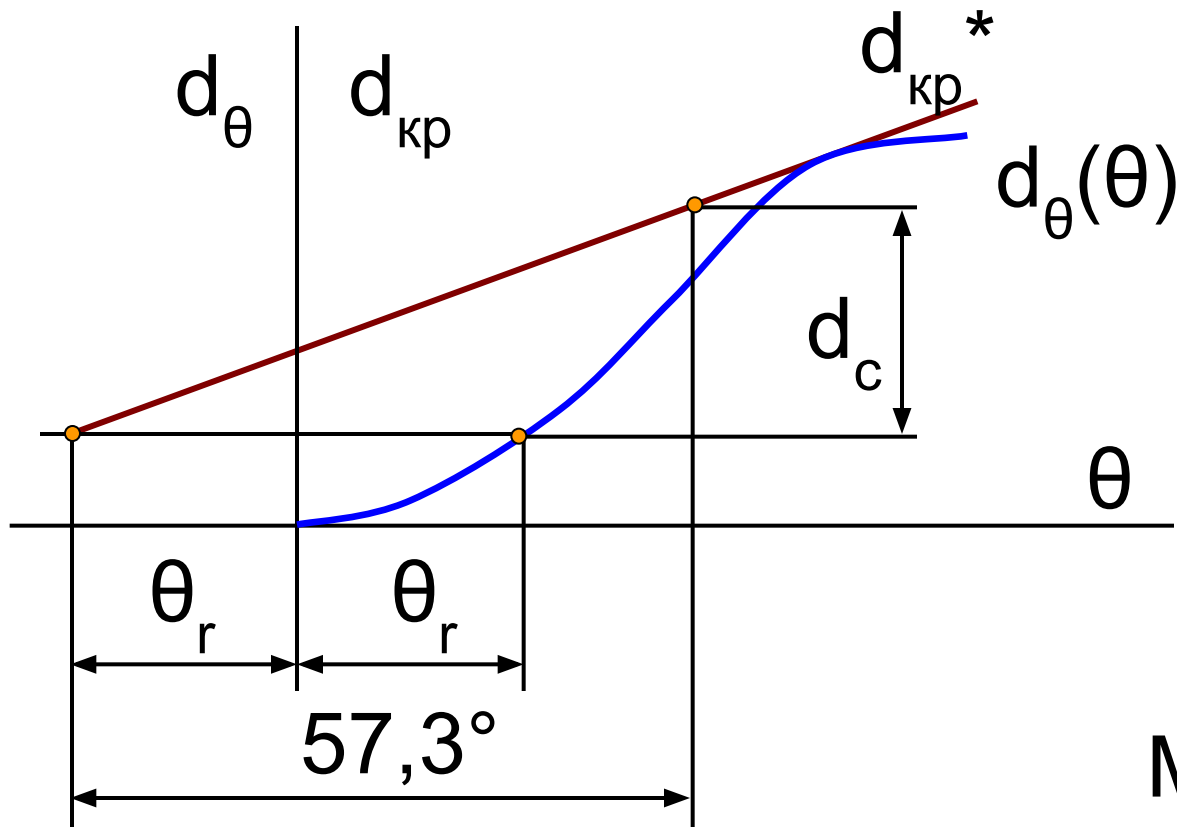
Амплитуда качки θ_r

M_v – ветровой кренящий момент
(динамический)

Определение опрокидывающего и ветрового кренящего моментов

- Опрокидывающий момент определяется либо по ДСО, либо по ДДО
- Методики определения ветрового кренящего момента M_v и амплитуды качки θ_r приведены в «Правилах Регистра»

Определение опрокидывающего момента по ДДО



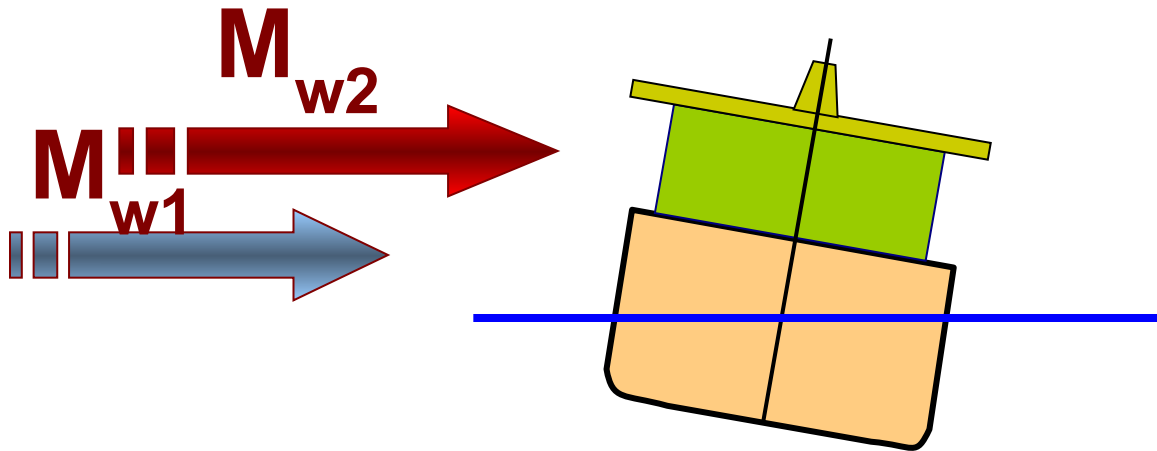
$$M_c = g\Delta d_c$$

Критическая ситуация для судов, построенных после 1 июля 2002 г

1. Судно имеет крен θ_0 на ПБ под действием постоянного ветрового момента M_{w1} (плечо l_{w1})
2. Судно качается с амплитудой θ_1
3. При достижении крена на ЛБ $\theta_0 - \theta_1$ со стороны ЛБ действует шквальный ветровой момент M_{w2} (плечо l_{w2})

Постоянный угол крена θ_0

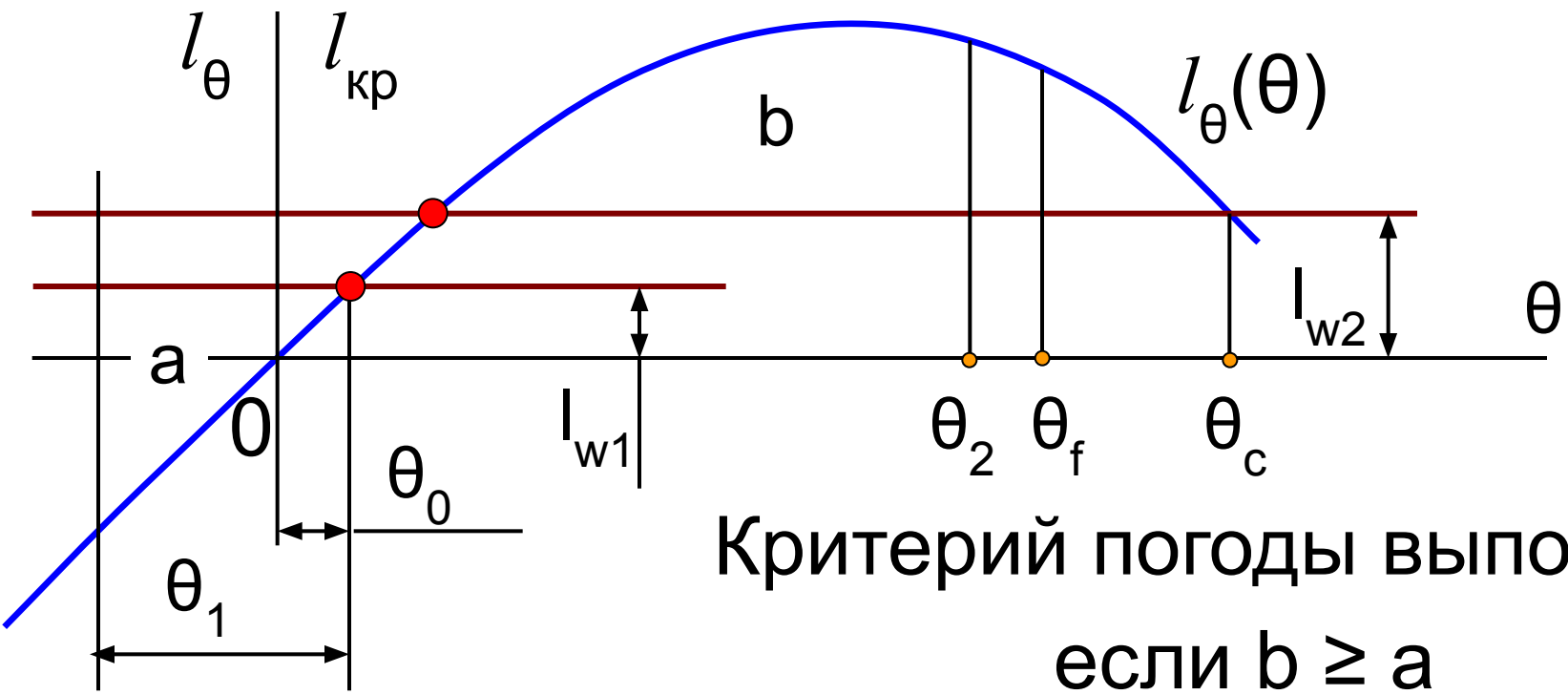
Амплитуда качки θ_1



Судно должно выдержать динамически приложенный ветровой кренящий момент M_{w2} , не опрокинувшись

Суда, построенные после 1 июля 2002 г

- Выполнение критерия погоды проверяется с помощью ДСО после нанесения на нее графиков плеч статического I_{w1} и динамического кренящего момента I_{w2}



Критерий погоды выполнен,
если $b \geq a$

θ_2 или θ_f или θ_c , в зависимости от того,
какой из них меньше

$\theta_2 = 50^\circ$

θ_f – угол заливания

θ_c – угол пересечения ДСО с l_{w2}

Требования к статическому крену

- Статический угол крена θ_0 должен быть не более 16° , либо угла входа в воду кромки открытой палубы (в зависимости, что меньше)
- Требования к θ_0 лесовозов и контейнеровозов изложены отдельно

Требования к ДСО

- В интервале от 0 до 30° площадь под положительной частью ДСО должна быть не менее 0,055 м рад
- В интервале от 0 до 40° площадь под положительной частью ДСО должна быть не менее 0,09 м рад
- В интервале от 30° до 40° площадь под положительной частью ДСО должна быть не менее 0,03 м рад

Требования к ДСО и метацентрической высоте

- Установлены требования к максимальному плечу ДСО, углу максимума ДСО и углу заката
- Исправленная начальная поперечная метацентрическая высота всех судов для всех вариантов нагрузки, за исключением «судна порожнем» должна быть не менее 0,15м.

Дополнительные требования к ОСТОЙЧИВОСТИ :

1. Пассажирские суда
2. Сухогрузные суда
3. Лесовозы
4. Наливные суда
5. Рыболовные суда
6. Суда специального назначения
7. Буксиры
8. Дноуглубительные суда
9. Суда длиной менее 24м
10. Контейнеровозы
11. Суда обеспечения
12. Суда смешанного плавания (река-море)

Пассажирские суда:

- Угол статического крена при скоплении пассажиров на верхней палубе у одного борта должен быть не более угла входа в воду палубы или выхода из воды скулы
- Угол крена от совместного действия кренящего момента от скопления пассажиров у борта и кренящего момента на установившейся циркуляции не должен превышать угла, при котором палуба входит в воду или скула выходит из воды; во всяком случае, он должен быть не более 12°

Сухогрузные суда

- Остойчивость должна проверяться при вариантах загрузки:
 1. Судно при осадке по летнюю грузовую марку и наличии однородного груза, заполняющего грузовые трюмы, твиндеки, комингсы и шахты грузовых люков, с полными запасами и без жидкого балласта;
 2. Судно, как в первом варианте нагрузки, но с 10 % запасов и, если необходимо, с жидким балластом;

Сухогрузные суда

3. Судно без груза, с полными запасами
4. Судно, как в третьем варианте нагрузки, но с 10 % запасов

- Если при проверке остойчивости судна окажется, что хотя бы один из параметров

$$\frac{\sqrt{h}}{B} \quad \text{и} \quad B/d$$

превышает 0,08 и 2,5 соответственно, остойчивость должна быть дополнительно проверена по критерию ускорения K^*

Лесовозы

- Исправленная начальная МЦВ лесовоза в течение всего рейса должна быть не менее 0,1м – 0,15м для вариантов нагрузки, оговоренных в «Правилах»
- Площадь под ДСО до угла 40° должна быть не менее 0,08м рад
- Максимальное плечо ДСО должно быть не менее 0,25м
- Угол статического крена от действия ветра должен быть не более 16°

Контейнеровозы

- Определенный по ДСО угол крена на циркуляции или под действием постоянного бокового ветра должен быть не более половины угла, при котором палуба входит в воду; в любом случае он не должен превышать 16°

Суда смешанного (река-море) плавания

- Остойчивость этих судов должна удовлетворять всем требованиям в соответствии с назначением судна (как для морских судов)
- Кроме того, остойчивость судов ограниченного плавания должна проверяться по критерию ускорения
- Ускорения при качке судна не должны превышать определенной величины, что обеспечивается ограничением величины МЦВ «сверху»

2. Контроль и поддержание остойчивости судна

Изменения остойчивости судна в эксплуатации:

- Увеличение нагрузки вследствие накопления изменений постоянных грузов (модернизации, реновации, окраска, установка дополнительного оборудования и т.п.)
- Текущие изменения нагрузки (прием-расходование судовых запасов, балласта, прием груза и т.п.)

Контроль устойчивости судна:

- Периодический контроль
- Текущий контроль, совмещаемый с расчетом и контролем текущих изменений нагрузки и посадки судна.

Кренование и взвешивание судна

- Кренование судна – опытное определение нагрузки и устойчивости.
- При креновании определяются величины Δ , z_g , x_g для нагрузки порожнем, а также период собственной бортовой качки (по возможности)
- Взвешивание – опытное определение Δ судна путем замера осадок.
- Порядок и правила проведения кренования и взвешивания изложены в «Правилах Регистра».

Текущий контроль и поддержание стойчивости судна

- Руководство по выполнению контроля изложено в «Информации капитану об устойчивости судна»
- «Информация» состоит из разделов:
 1. Общие сведения о судне
 2. Указания капитану
 3. Техническая информация
 4. Справочная информация

1. Общие сведения о судне

- Название
- Тип
- Место и время постройки
- Класс. Кем присвоен
- Флаг
- Главные размерения
- Эскиз грузовой марки
- Данные о креновании и т.п.

2. Указания капитану

- Цель раздела: обеспечить капитана информацией о посадке и остойчивости судна при загрузке, выгрузке и др. операциях
- Содержатся указания по выполнению требований нормативных документов
- Приводится перечень критериев остойчивости с указанием допустимых пределов

2. Указания капитану

- Сведения о посадке, остойчивости и прочности судна порожнем
- Указания по расходованию запасов, их распределению, по балластировке в рейсе, схемы балластировки
- Указания об ограничениях, связанных с погрузкой, разгрузкой, балластировкой и т.п.

2. Указания капитану

- Приведены типовые случаи загрузки судна
- Методика расчета нагрузки, посадки и остойчивости
- Сведения о компьютере для расчетов нагрузки и остойчивости, имеющемся на судне и о приборах контроля остойчивости

Расчеты, выполняемые капитаном

- Расчет водоизмещения, координат ЦТ судна, осадок, дифферента, сравнение с допустимыми
- Сравнение полученной аппликаты исправленного ЦТ судна с допустимой и проверка выполнения условий достаточности остойчивости

Расчеты, выполняемые капитаном

- Расчет и построение ДСО (и ДДО)
- Расчет критерия погоды для фактического состояния нагрузки
- Расчет угла крена на циркуляции

3. Техническая информация

- **Вспомогательные материалы:**
 - Чертежи общего расположения
 - Положение марок осадок
 - Шкала дедвейта
 - Таблицы элементов ТЧ
 - Данные по грузовым помещениям
 - Пантокарены или универсальная ДСО
 - Дифференциальные диаграммы

4. Справочная информация

- Материалы, которые могут потребоваться капитану, администрации (порта, флага) при решении вопросов, связанных с устойчивостью:
 - Диаграмма контроля устойчивости или ее аналог
 - Материалы для прямого расчета критерия погоды и др. документы

Задание на самостоятельную работу

- «Статика судна» 2009г.
 - П. 2.17 прочитать
 - П. 2.18 Изучить и законспектировать
 - П. 2.19. Изучить самостоятельно.

Конец