

ПОГРУЗОЧНЫЕ РАБОТЫ НА СУДАХ

наглядное пособие по дисциплинам:

«Теория корабля»

и

« Судовые системы и устройства»



СЕВМАШВТУЗ

2015

•УДК 629.123.001.63

В настоящем пособии представлены иллюстрации к изложению теоретических основ расчетов по проведению погрузочно-разгрузочных работ на судах. Указанные работы и по затратам рабочего времени, и по трудоемкости являются не менее значимыми для транспортных судов, чем режим рейса, однако изложение данных вопросов затрудняется отсутствием соответствующей учебной литературы. Пособие предназначено для использования студентами факультета кораблестроения и океанотехники Севмашвтуза, обучающимися по специальности «Кораблестроение» и других специальностей, в учебные планы которых входит изучение курсов «Судовые системы и устройства» и «Теория корабля».

Цуренко Юрий Иванович

ПОГРУЗОЧНЫЕ РАБОТЫ НА СУДАХ

Учебное пособие для самостоятельного изучения по дисциплинам «Теория корабля», «Судовые системы и устройства»

**СЕВМАШВТУЗ
2015**

Содержание

- Введение
- Правила по определению остойчивости судов
- Необходимость использования кривых предельных возвышений центра тяжести (ЦТ)
- Возможности определения начальной метацентрической высоты
- Проверка соответствия текущей метацентрической высоты h' требованиям Регистра
- Пределы использования судовых кранов и люковых закрытий
- Распределённая нагрузка на крышки танков, твиндек и люковые закрытия
- Подготовка к перевозке груза
- Операции с тяжеловесами

Введение

- **Непрофессиональная транспортная обработка груза в течение**
 - **Погрузки**
 - **Разгрузки судна**
 - **И в течение морского рейса****может причинить серьезный ущерб судну и/или грузу!**



Введение

В серьезных случаях это может привести к тому, что важные клиенты откажутся от судов этой компании!...



Введение

Торонто, август 2000



Введение

Антверпен, июль 2001

„Near Miss“, авария при погрузке



Введение

Антверпен, август 2001

Ситуация сильного повреждения



Введение

Результат:

„Кто доверит груз этому перевозчику?“



Правила по определению остойчивости судов

- Существующие суда, для которых «Информация об устойчивости» составлена на основании требований Российского Морского Регистра Судоходства или национальных классификационных обществ



без изменений

- Новые суда, киль которых заложен после 1 января 2000



Правила Международной
Морской Организации
(IMO-Code of INTACT
STABILITY newest version
[MSC 75(69)])

Правила по определению остойчивости судов

Различия:

Регистр РФ – Правила ИМО :



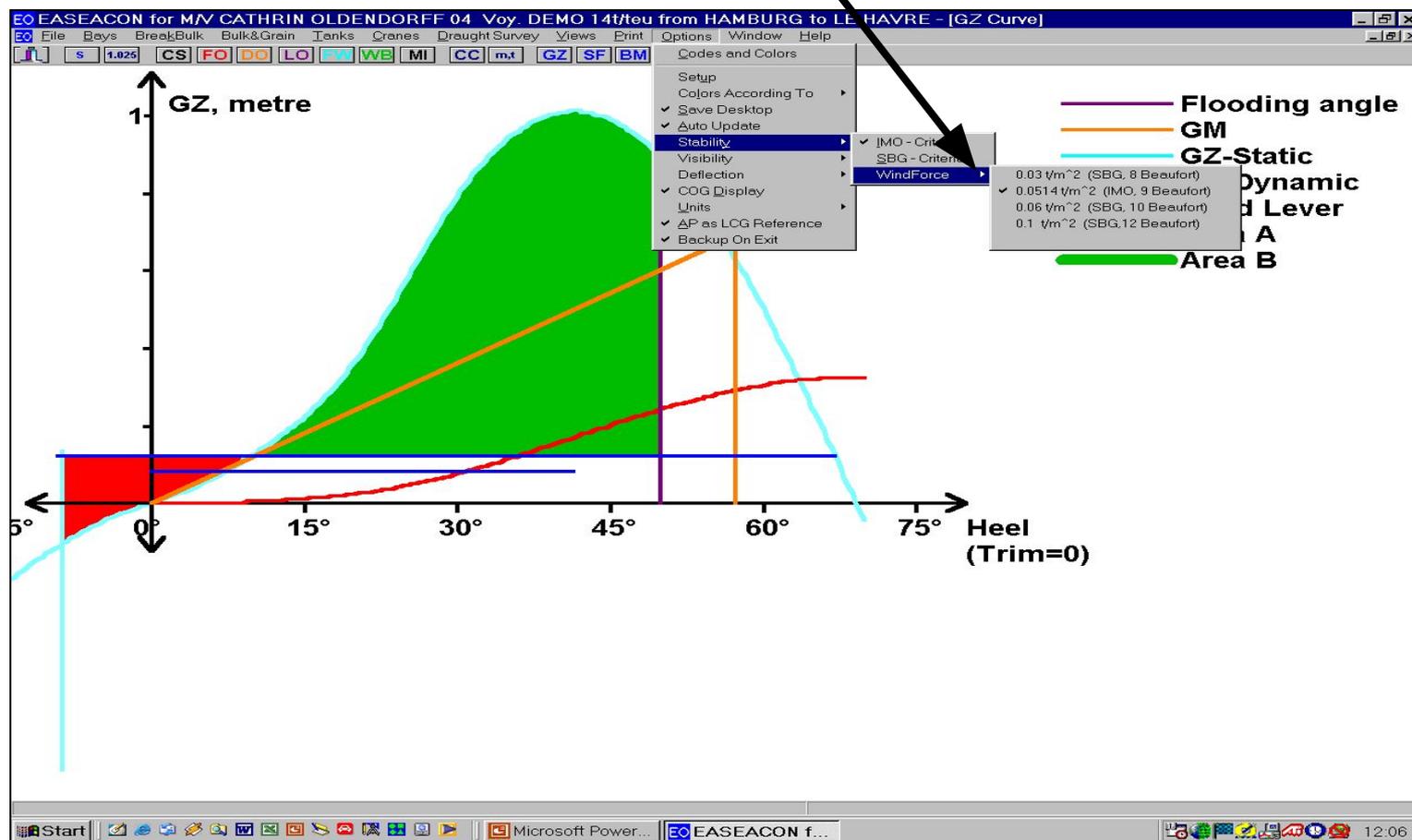
- Нет инструкций по операциям с тяжеловесами
- Критерии ветровой нагрузки не столь строгие
- Суда с большим отношением ширины к осадке могут иметь меньшие значения плеч восстанавливающего момента

Правила по определению стойчивости судов

**Некоторые бортовые программы
расчета устойчивости могут
производить переключения на
различные правила:**

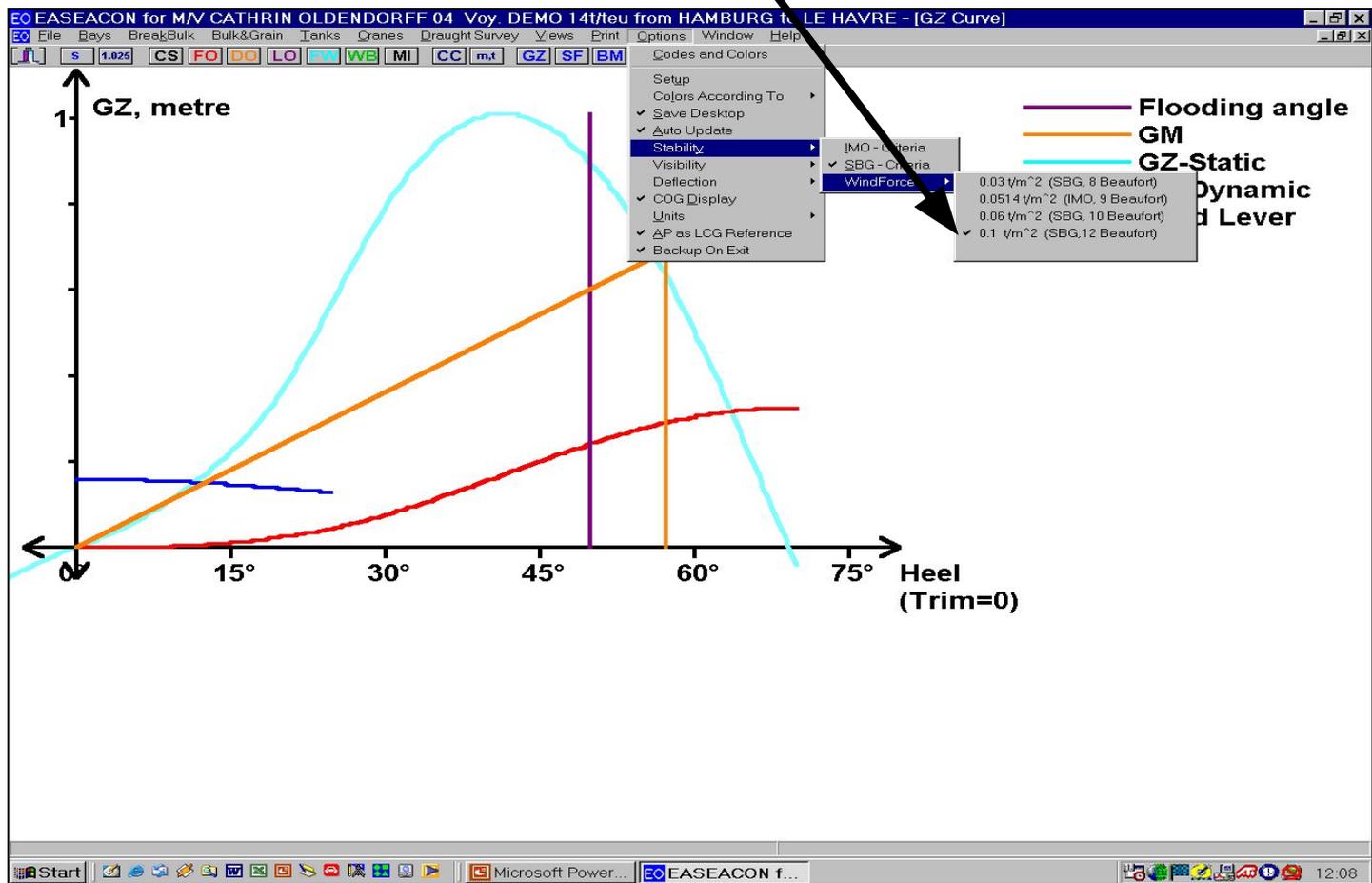
Правила по определению стойчивости судов

Пример: IMO

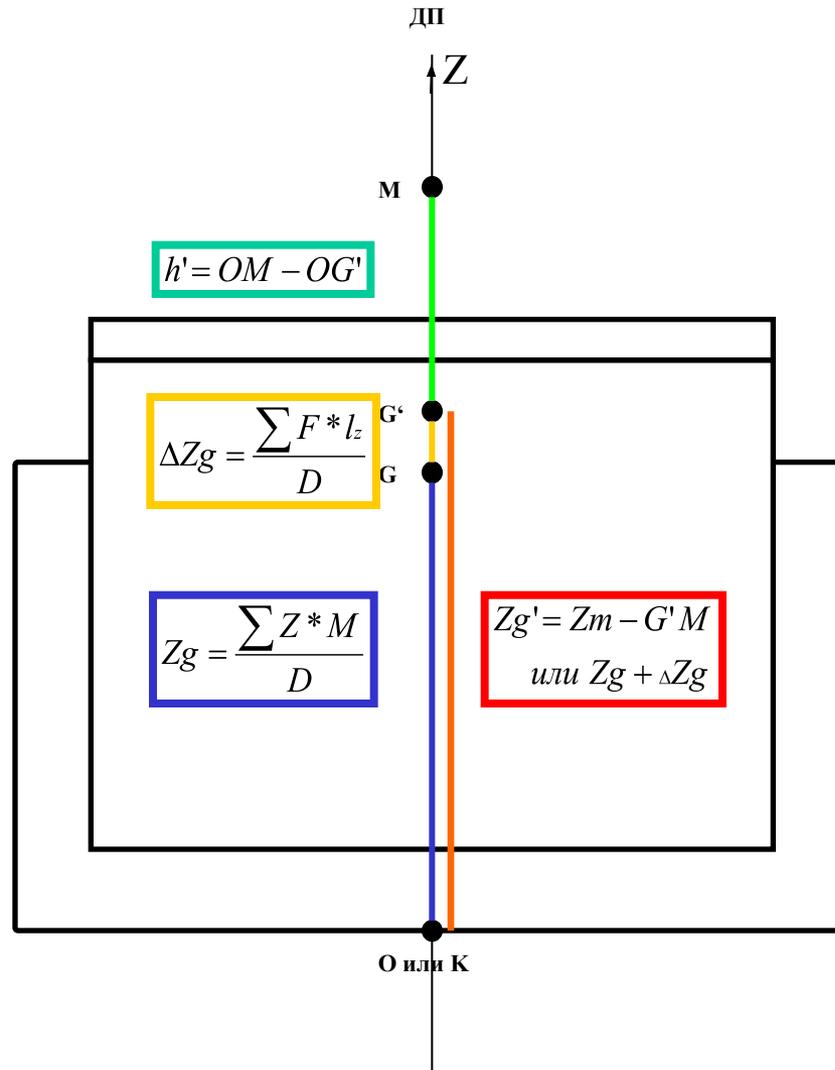


Правила по определению остойчивости судов

Пример: правила германского SBG



Необходимость использования кривых предельных возвышений центра тяжести (ЦТ)



**Обозначения в других
Правилах:**
 KG' / KG_c
 VCG' / VCG_c
 Z_G' / Z_{Gc}

Необходимость использования кривых предельных возвышений центра тяжести (ЦТ)

Эти кривые должны быть построены в соответствии с правилами:

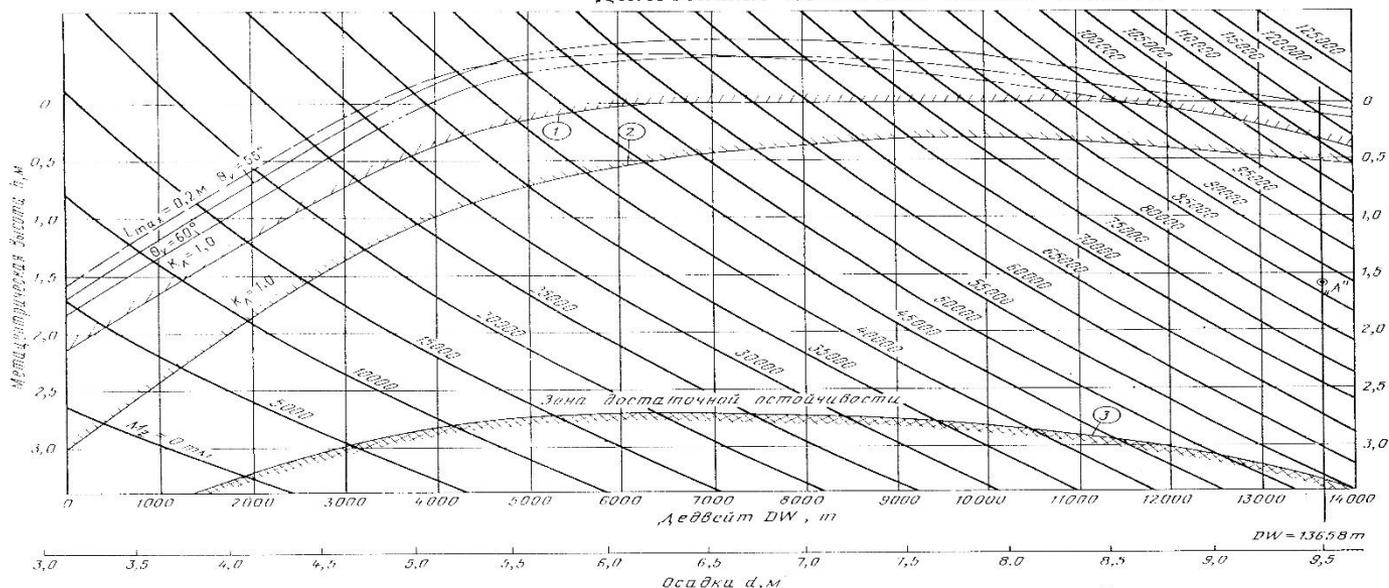
ИМО

ИЛИ

Российского Морского Регистра Судоходства

Национальных Регистров

ДИАГРАММА КОНТРОЛЯ ОСТОЙЧИВОСТИ



На диаграмме показаны кривые по нормируемым Правилами Регистра СССР критериям остойчивости, а со штриховкой — предельные кривые, соответствующие:

- 1 — минимально допустимой остойчивости судна с генеральным грузом;
- 2 — минимально допустимой остойчивости судна при перевозке двух ярусов контейнеров на люках верхней палубы;
- 3 — максимально допустимой остойчивости судна (по нежелательным ускорениям, возникающим при резкой качке с большой амплитудой).

Кроме того, на с. 23, 24 приведены предельные значения $M_{2\text{доп}}$ и $h_{\text{доп}}$ из условия выполнения требований Правил к аварийной посадке и остойчивости.

Проверка остойчивости судна на удовлетворение требованиям Правил Регистра СССР производится в следующем порядке:

ПРИМЕР. Случай загрузки со 100% запасов (см. с. 16).
 Дано: $DW = 13658$ т, $M_2 = 86853$ т·м.
 На диаграмме по вертикали для значения $DW = 13658$ т откладывается величина расчетного момента $M_2 = 86853$ т·м и ставится точка «А». По ней на шкале определяется расчетная метacentрическая высота $h = 1,60$ м.
 Остойчивость судна удовлетворяет требованиям Правил Регистра СССР, предъявляемым к судам неограниченного района плавания, так как точка «А» лежит ниже предельной кривой минимально допустимой

стойчивости ① и выше предельной кривой максимально допустимой остойчивости ③, т. е. $M_2 = 86853$ т·м менее $M_{2\text{доп}} = 111250$ т·м и более $M_{2\text{доп}2} = 54270$ т·м и, следовательно, $h = 1,60$ м более $h_{\text{доп}1} = 0,33$ м и менее $h_{\text{доп}2} = 3,32$ м.
 Допустимые значения момента $M_{2\text{доп}}$ и метacentрической высоты $h_{\text{доп}}$ определяются на диаграмме по точке пересечения вертикали для $DW = 13658$ т с предельными кривыми ① и ③.
 Примечание. Кривые ① и ② рассчитаны с учетом увеличения парусности судна от обледенения и влияния скуловых килей площадью $A_k = 36$ м².

Необходимость использования кривых предельных возвышений центра тяжести (ЦТ)

С помощью этих кривых можно уточнить эффект ветрового воздействия в зависимости от

- **типа** палубного груза (Контейнеры/лесной груз)
- **высоты** палубного груза

Необходимость использования кривых предельных возвышений центра тяжести (ЦТ)

Некоторые компьютерные программы предполагают введение вручную значений высоты палубного груза, чтобы учесть влияние ветрового давления на характеристики остойчивости!

Если положение центра тяжести по высоте лежит в между линиями предельных возвышений ЦТ, все другие критерии остойчивости будут выполнены!

Необходимость использования кривых предельных возвышений центра тяжести (ЦТ)

Пример:

SCHIFFKO ShipManager - Rel. 2.1

No. of container tiers on deck: **4.5** C-Value for rolling period: 0.41

Displacement: 5859.9 t
 Draught AP: 6.095 m
 Draught FP: 4.331 m

Container-CoG: 40.0 %
 GM corrected: 0.69 m
 Density of surrounding water: 1.025 t/m³

BALANCE OF STABILITY LEVERS

	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°
phi (deg)	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°
sin(phi)	0.1736	0.3420	0.5000	0.6428	0.7560	0.8660	0.9397	0.9848
W-values	1.2486	2.5351	3.7067	4.7881	5.6007	6.0340	6.1719	6.0559
KG * sin(phi)	1.0982	2.1630	3.1621	4.0651	4.8446	5.4769	5.9428	6.2281

RIGHTING LEVERS AND FREE SURFACE CORRECTION

Levers RL dry	0.150	0.372	0.545	0.723	0.756	0.557	0.229	-0.172
Free surface	0.016	0.031	0.046	0.059	0.070	0.079	0.086	0.090

CORRECTED RIGHTING LEVERS

Levers RL wet	0.135	0.341	0.499	0.664	0.686	0.478	0.143	-0.263
Asymmetr. l'dg.	0.006	0.005	0.005	0.004	0.004	0.003	0.002	0.001
Wind pressure of 51.4 kg/m²	0.158	0.158	0.158	0.158	0.158	0.158	0.158	0.158

RESIDUAL RIGHTING LEVERS

Levers RL	-0.029	0.177	0.335	0.501	0.524	0.316	-0.017	-0.422
-----------	--------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------

Residual dynamic stability (IMO-criteria)

0° - 30° (m°rad)	0.126	>	0.055
0° - 40° (m°rad)	0.226	>	0.090
30° - 40° (m°rad)	0.100	>	0.030

Maximum allowable KG' : 6.451 m
 Rolling period (C = 0.41): 16 sec
 Actual KG' : 6.416 m

IMO Resolution A562: Area A 0.071 Area B 0.117 B/A 2.496
 Calculated with wind pressure of 51.4 kg/m²
 Steady wind heeling arm 0.158 m, angle 11.2°
 Angle of roll 18.1°



Loadcase: Voy. 211137 (MCBO-HOU) empty cont. Building No: 31; Name of Ship: INDUSTRIAL ACCOF 24.11.01 13:51

Start Microsoft Power... SCHIFFKO Sh... 13:50

Необходимость использования кривых предельных возвышений центра тяжести (ЦТ)

Если предполагается перевозка палубного груза, соответствующие кривые предельных возвышений центра тяжести должны быть определены в соответствии с размерами этого груза!

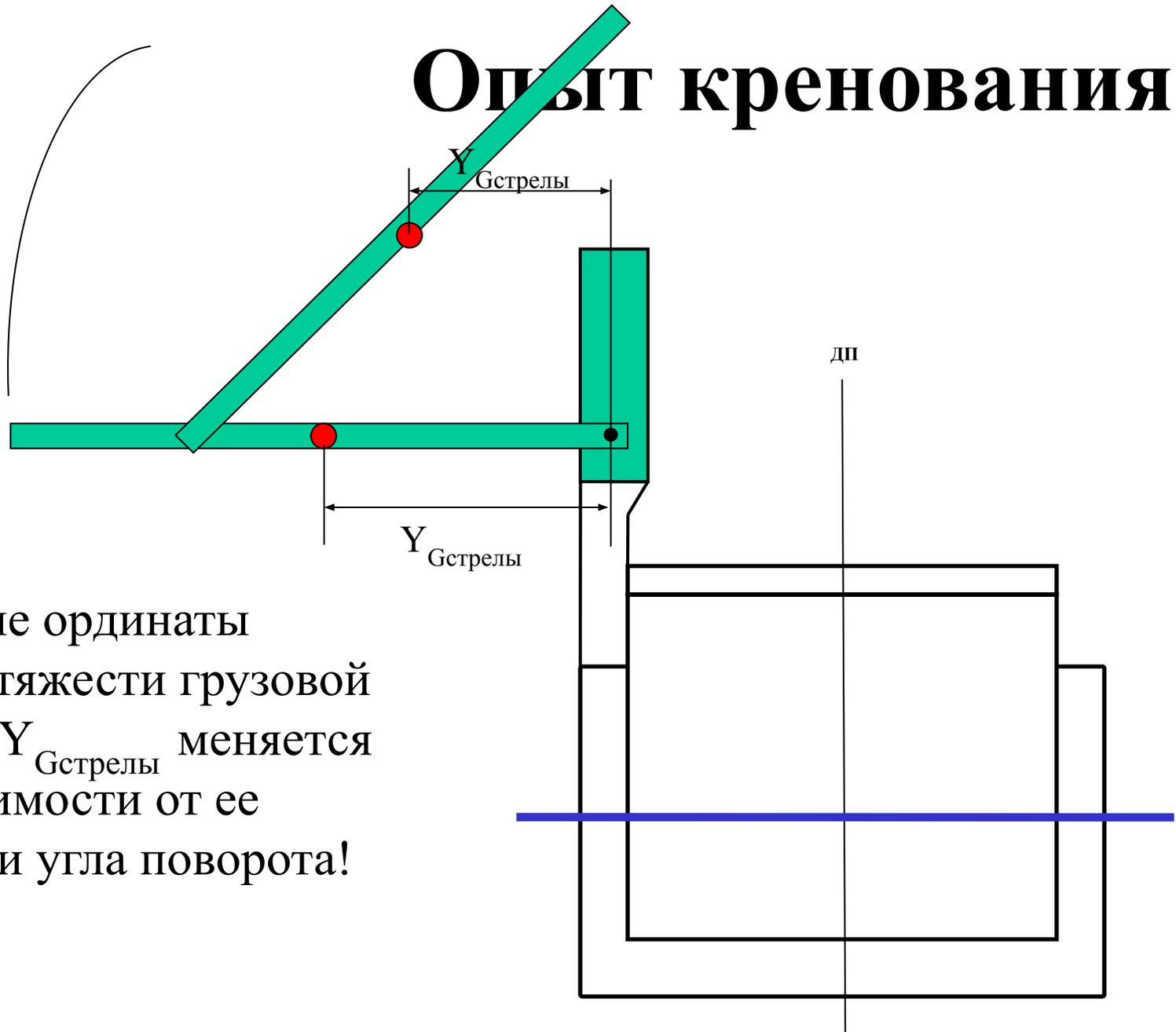
Возможности определения начальной метацентрической ВЫСОТЫ

- Численно (Суммированием всех соответствующих статических моментов относительно основной плоскости)
- Экспериментально
 - Опытом кренования
 - *По периоду бортовой качки (только для судов длиной менее 70 метров)*

Опыт кренования

На судах с собственными подъемными кранами этот эксперимент может быть проделан самостоятельно при наличии соответствующих технических и эксплуатационных возможностей.

Опыт кренования



Значение ординаты центра тяжести грузовой стрелы $Y_{\text{Гстрелы}}$ меняется в зависимости от ее вылета и угла поворота!

Опыт кренования

EASEACON for MV CATHRIN OLDENDORFF 04 Voy. DEMO 14t/teu from HAMBURG to LE HAVRE

File Beys BreakBulk Bulk&Grain Tanks Cranes Draught Survey Views Print Options Window Help

1.025 CS FO DO LO FY WB MI CC m,t GZ SF BM TM VC

EO CRANES (Tabular)

NoHook	SWL	Reach	Load	Luffing	Slewing	Long.Pos.	Transv.Pos.	OutReach	LCG	TCG	VCG
1	1	44	25.97	0	45	45	18.37	18.37	16.77	0	0
2	1	32	36.40	0	9	90	0.00	36.40	34.80	0	0

EO CRANES (Graphic)

Distance between hooks 66.66 m

EO Visibility

non visible dist.: 201 m

Limiting obstruction : Bay 02, Stack 02

Panama Canal, Full Load

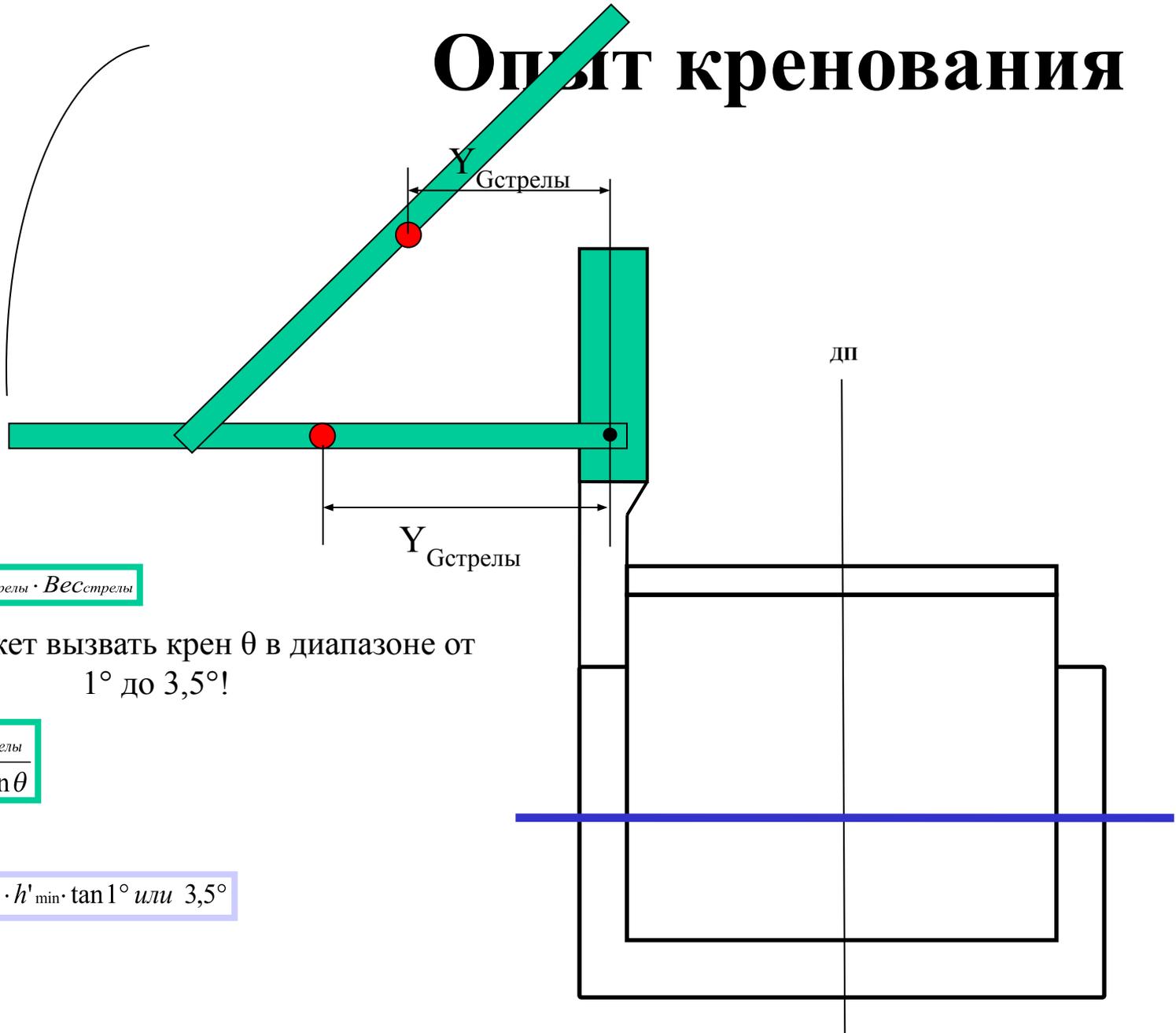
Panama Canal, Ballast

SBG

IMO A.708(17)

Start Microsoft Power... EASEACON f... 19:28

Опыт кренования



$$M_{\text{стрелы}} = Y_{\text{Гстрелы}} \cdot \text{Вес}_{\text{стрелы}}$$

$M_{\text{стрелы}}$ может вызвать крен θ в диапазоне от 1° до $3,5^\circ$!

$$h' = \frac{M_{\text{стрелы}}}{D \cdot \tan \theta}$$

$$M_{\text{стрелы}} = D \cdot h'_{\text{min}} \cdot \tan 1^\circ \text{ или } 3,5^\circ$$

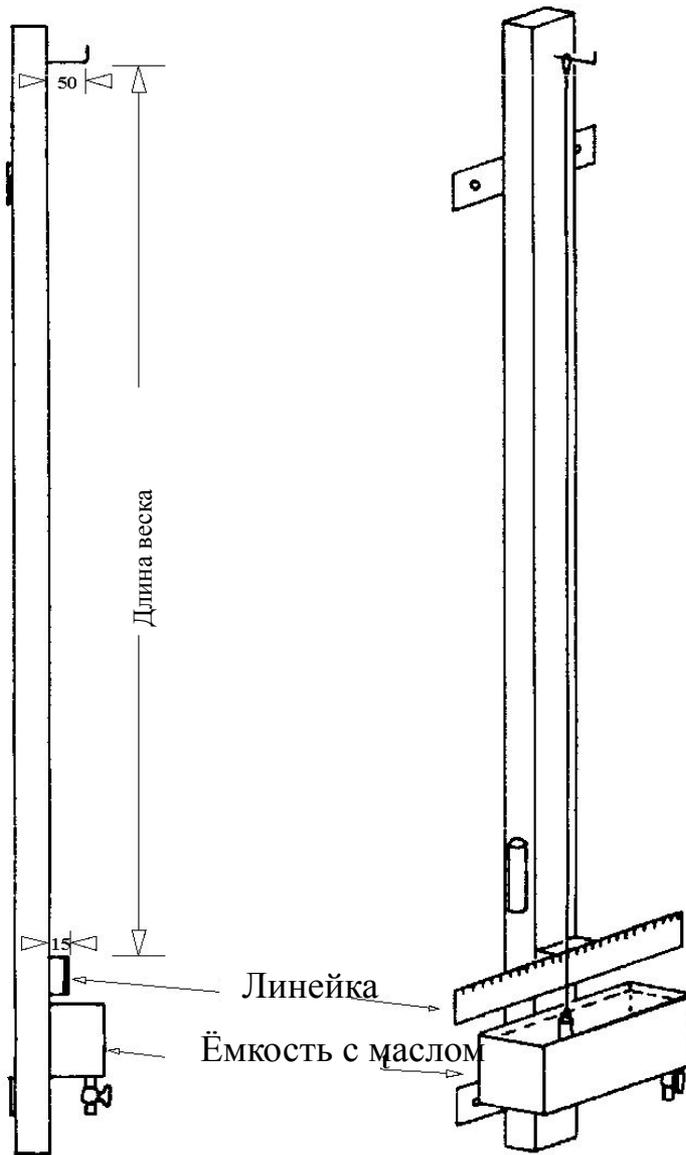
Опыт кренования

Пример:

1. Начальное измерение 103,4 мм
 2. Конечное измерение 194,6 мм
- Разность 91,2 мм

Длина веска $l = 2000$ мм.

$$\tan \Theta = \frac{\text{Разность}}{\text{Длина веска}} = \frac{91,2 \text{ м}}{2000 \text{ м}} = 0,0456$$
$$\Theta = 2,6^\circ$$





**Проверка соответствия текущей
метацентрической высоты h' требованиям**

Регистра

**Иногда потеря груза может произойти из-за избыточной
остойчивости!**

Проверка соответствия текущей метацентрической высоты h' требованиям

Регистра

Результатом этого является широкий диапазон размаха угла крена при бортовой качке (40° и больше) с очень коротким периодом (<10 секунд.)!



Проверка соответствия текущей метацентрической высоты h' требованиям

Регистра

«Информация об остойчивости» и «Правила
перевозки грузов» содержат информацию по
раскреплению

- Генеральных грузов
- Контейнеров

НО (!)

только обращая внимание на правильность определения h'
(см. «Информацию об остойчивости т/х «ВАРЗУГА»»)

Проверка соответствия текущей метацентрической высоты h' требованиям Регистра

Иногда невозможно удержать h' в приемлемом диапазоне.

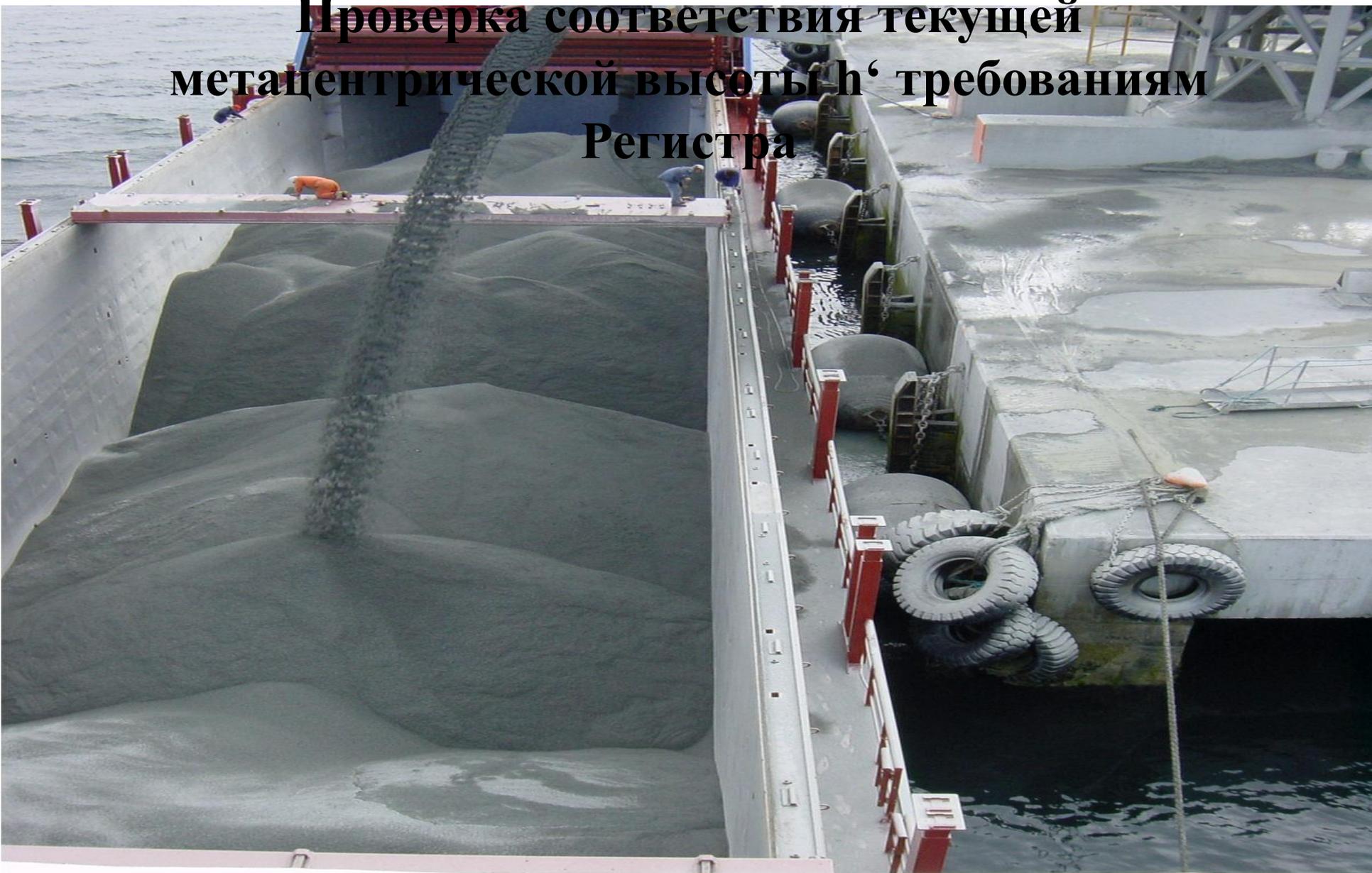
Причины для этого:

- вид груза (например сталь в рулонах, тяжелые сыпучие грузы подобно железной руде);
- конструктивные особенности судна (например однопалубное судно с "L-танками)

**Проверка соответствия текущей
метacentрической высоты h' требованиям
Регистра**



**Проверка соответствия текущей
метацентрической высоты h' требованиям
Регистра**

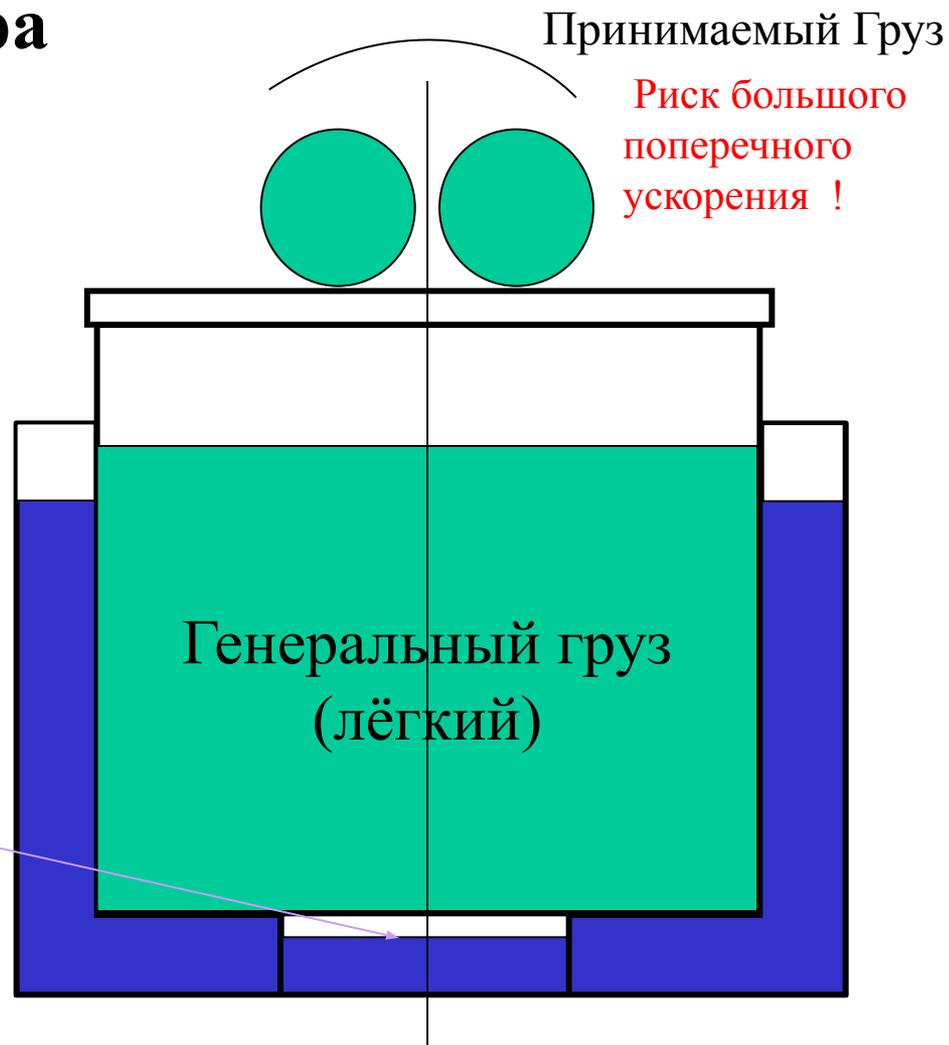


Проверка соответствия текущей метацентрической высоты h' требованиям

Регистра

Однопалубное судно с "L-
танками" и легковесным
грузом будет очень
"жестко" =>

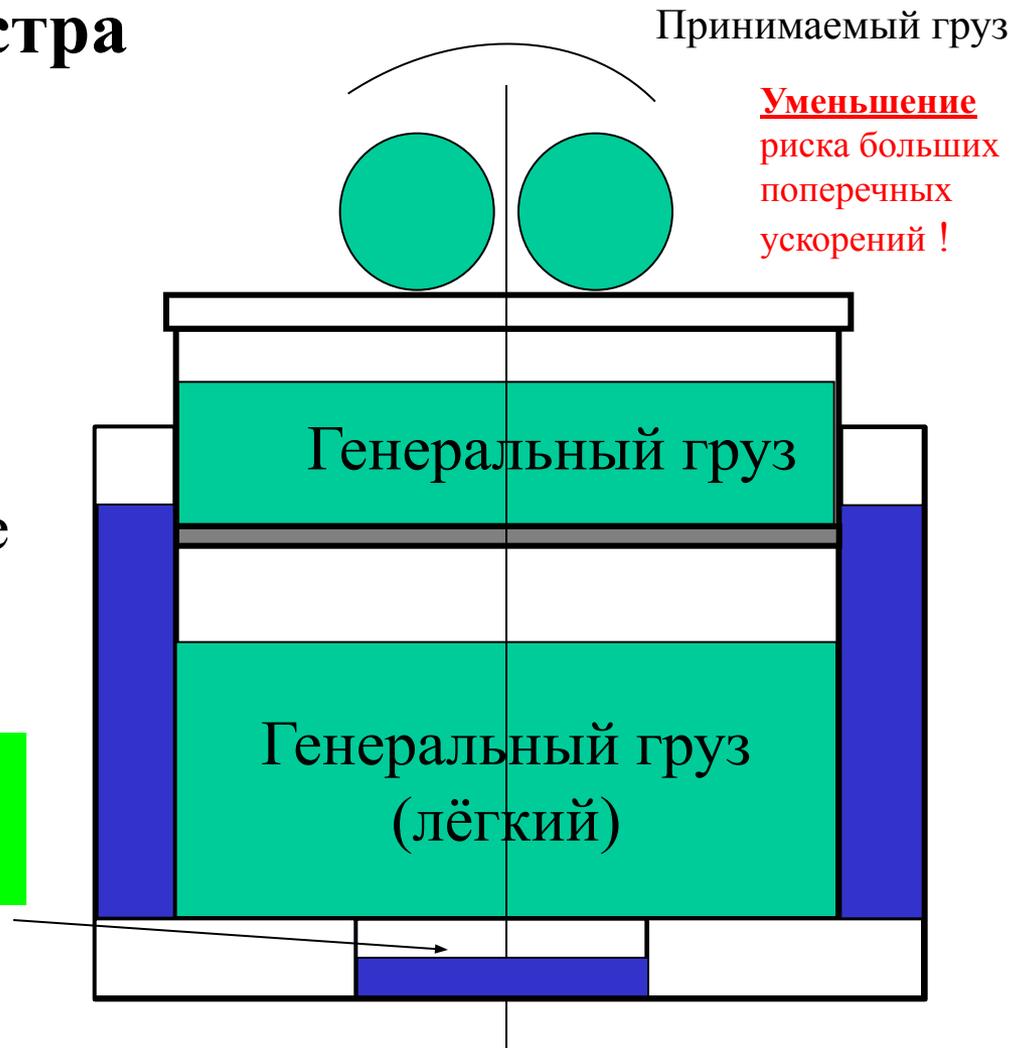
Если в районе ДП есть балластные танки,
можно пробовать создать в них
свободные поверхности, чтобы
уменьшить h' !



Проверка соответствия текущей метацентрической высоты h' требованиям Регистра

На двухпалубных судах
раздельной погрузкой,
танками в двойном дне и
легким грузом можно проще
управлять величиной h' !

При необходимости можно создать
свободную поверхность для уменьшения
величины h' !



Проверка соответствия текущей метацентрической высоты h' требованиям Регистра



**Проверка соответствия текущей
метацентрической высоты h' требованиям
Регистра**

$$h' = 0,65\text{m}$$



Пределы использования судовых кранов и люковых закрытий

Изготовители подъемных кранов и систем люковых закрытий показывают в соответствующих руководствах пределы для углов крена и дифферента, которые допускают безопасное проведение работ!

Определим максимально допустимый дифферент (в метрах):

$$\text{Дифферент}_{\max.} = L_{pp} \cdot \tan \Phi$$

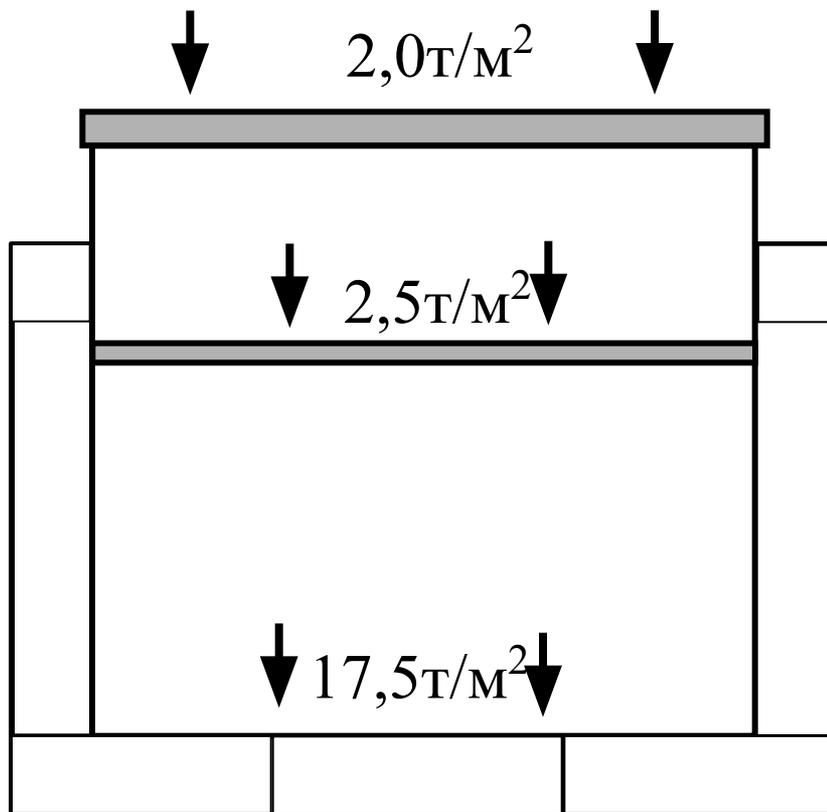
Пример :

$$\text{Дифферент}_{\max.} = 96 \text{ м} \cdot \tan 2^\circ = 3,35 \text{ м}$$

	Угол крена (Θ)	Угол дифферента (Φ)
краны	5°	2°
Люковые закрытия	3°	2°

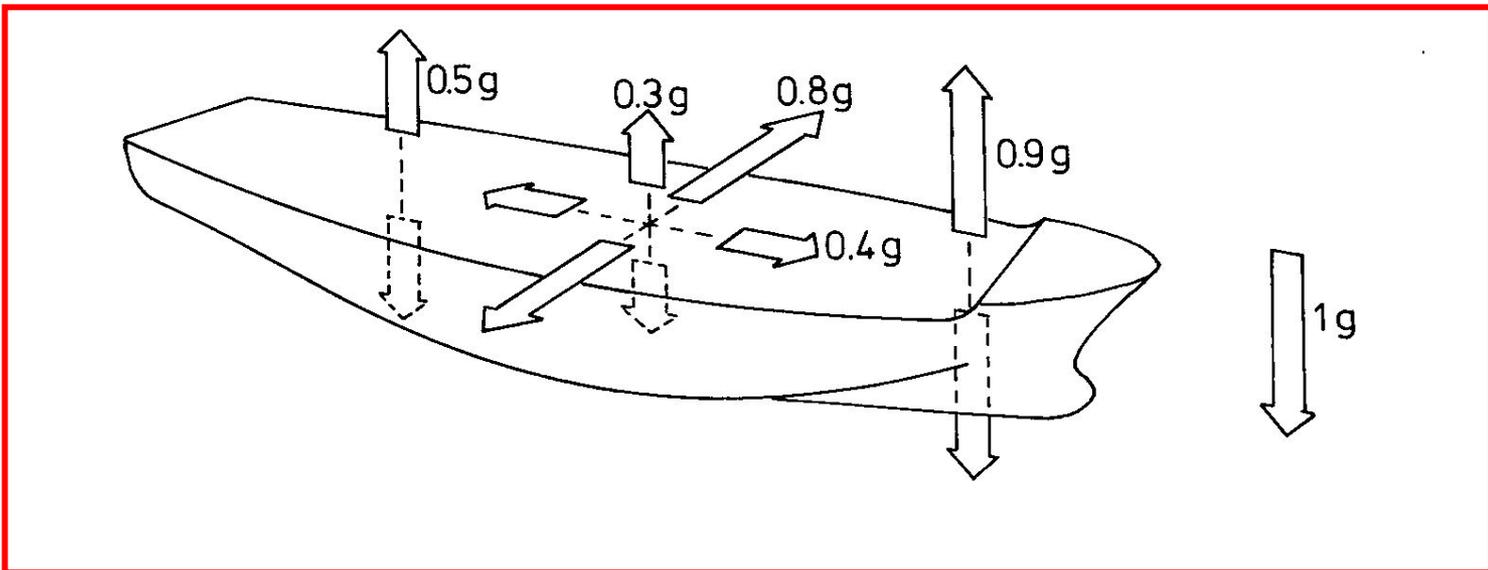
Распределённая нагрузка на крышки танков, твиндек и люковые закрытия

Пример: Балкер

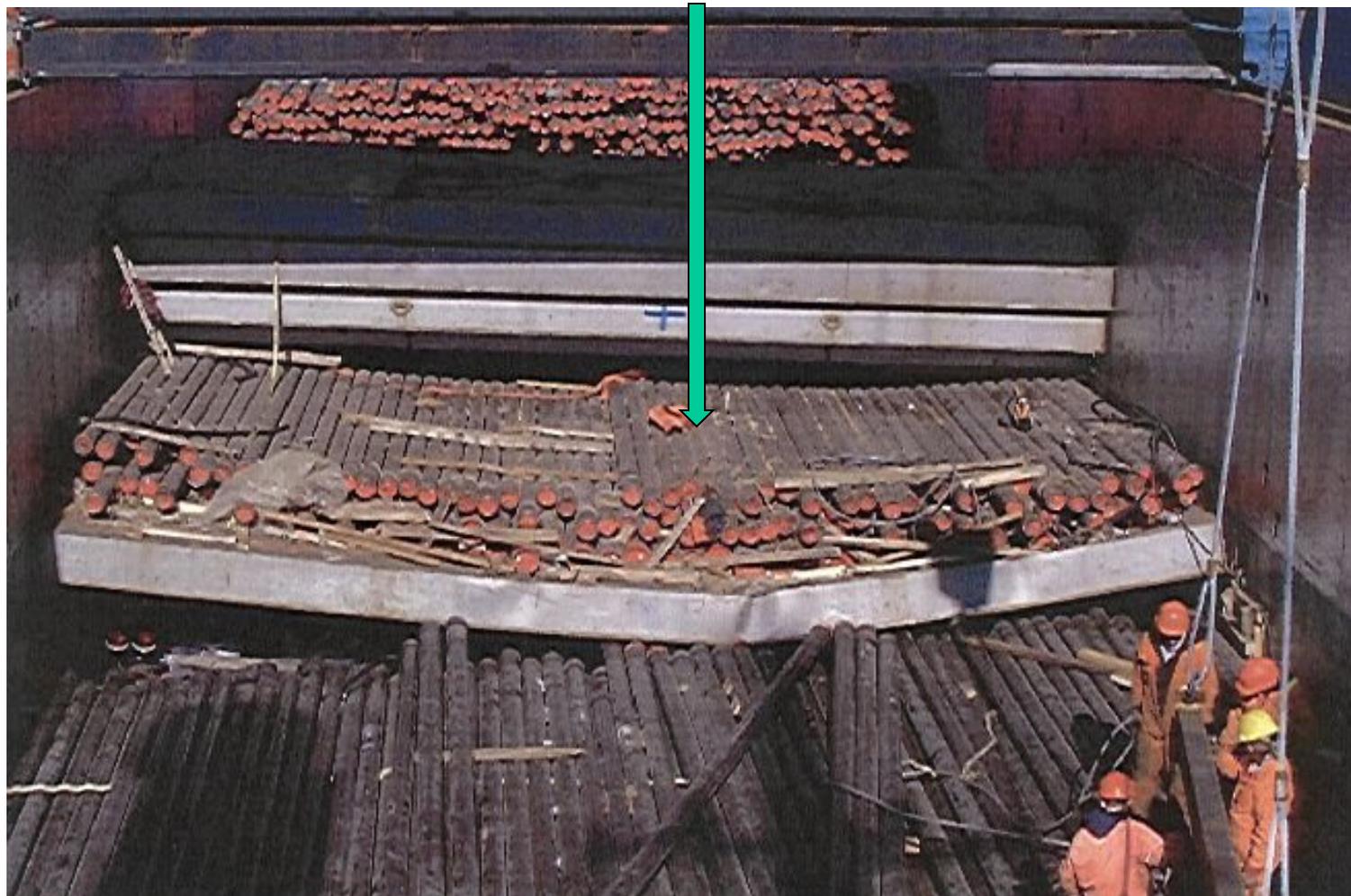


Распределённая нагрузка на крышки танков, твиндек и люковые закрытия

Эта распределённая нагрузка не должна быть превышена из-за увеличения ускорения, особенно в оконечностях судна!



**Распределённая нагрузка на крышки танков,
твиндек и люковые закрытия**
Результат действия вертикальных ускорений



Подготовка к перевозке груза

Прежде, чем размещать грузы, необходимо убедиться, что погрузочное место

- **очищено, что означает**

мытьё

очистку от ржавчины и/или окраску. Если грузовые места окрашиваются, краска должна быть подходящей и хорошо высохшей после окрашивания!

Подготовка к перевозке груза

Прежде, чем размещать грузы, необходимо убедиться, что погрузочное место

- **сухое, для чего**

После мытья морской водой необходимо использовать пресную воду для отмывки соли со всех поверхностей.

Обратите внимание на все отверстия, особенно в крышках танков (люки, ниши, отверстия для крепления контейнеров).

Если необходимо, для осушки используют систему вентиляции или 1000W переносные вентиляторы и просто швабры.

Для этих целей вполне пригоден и промышленный пылесос.

Подготовка к перевозке груза

Грузовое место должно быть *чистым, сухим и без запаха*, с отмеченными топливными цистернами



Подготовка к перевозке груза

В таком трюме инспекторами будет запрещена перевозка бумаги, древесной щепы...



Подготовка к перевозке груза

Обратите внимание

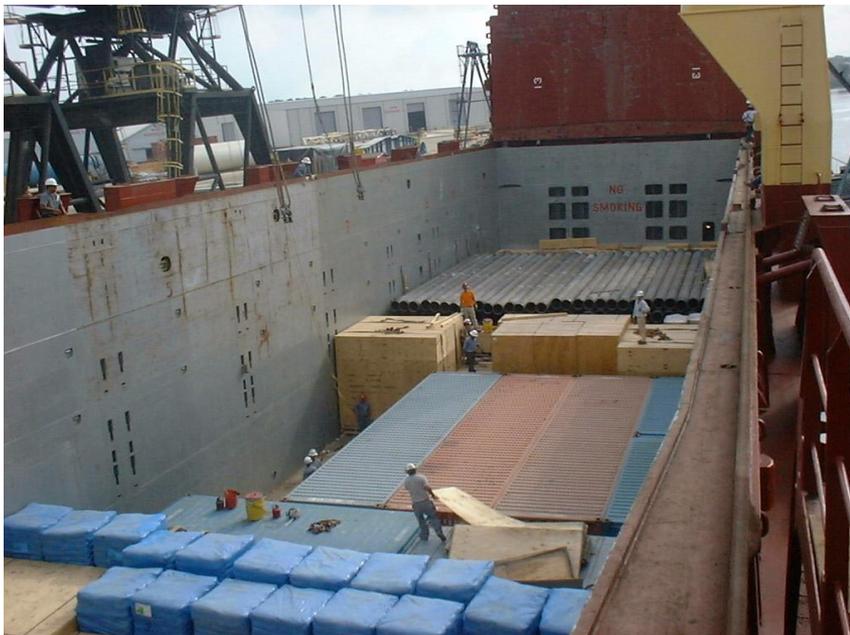
- Грузовое место в трюме - опасно!
(нештатное люковое закрытие)



Подготовка к перевозке груза

Обратите внимание

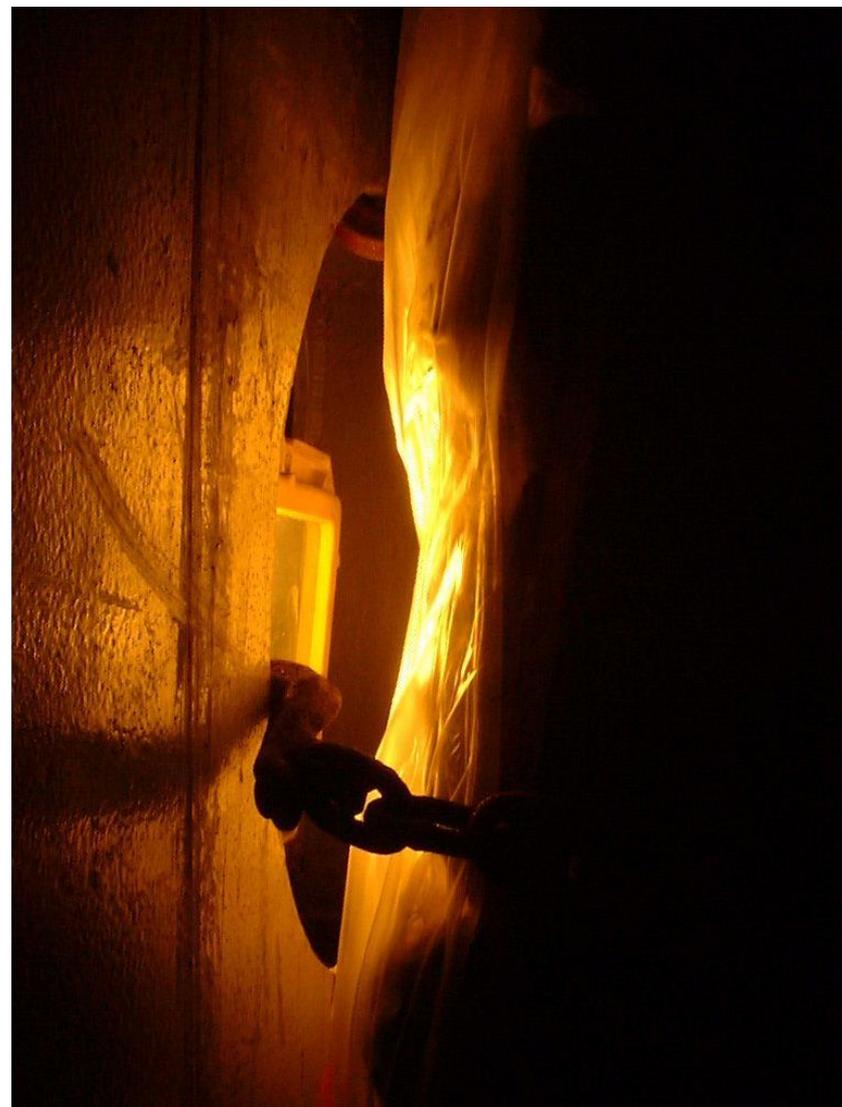
- На вентиляцию грузового трюма (заслонки и электродвигатели)!



Подготовка к перевозке груза

Обратите внимание

- при освещении грузового трюма "горячими" лампами нужно быть осторожным при их использовании в случае воспламеняющегося груза (бумага, древесная щепа ...)



Подготовка к перевозке груза

Обратите внимание

- На люки, если они полностью закрыты, тогда как они были открыты в течение пребывания в верфи или во время инспекции



Подготовка к перевозке груза

Обратите внимание

- на все трубопроводы, проходящие в грузовом трюме, особенно, если они находятся в поле зрения



Подготовка к перевозке груза

Обратите внимание

- На противопожарную систему (спринклеры, CO₂)



Подготовка к перевозке груза

Обратите внимание

На детекторы дыма и систему пожарной тревоги в грузовых трюмах



Подготовка к перевозке груза

Обратите внимание

- На трюмные трапы и лестницы, кожуха вентиляторов, особенно после использования бульдозеров и скреперов для разгрузки насыпных грузов



грузов



Подготовка к перевозке груза

Обратите внимание

На необходимость 100% водонепроницаемости люковых закрытий и дверей в грузовых трюмах, проверяя резиновые уплотнения и работу защелок.

Если есть сомнения относительно водонепроницаемости, ее проверяют водой или ультразвуковым контролем!



Подготовка к перевозке груза

Обратите внимание

- На водонепроницаемость внутренних дверей и люков, ведущих к грузовому трюму (например, от пустых отсеков)



Подготовка к перевозке груза

Обратите внимание

- На чистый комингс люка (свободный от грузовых остатков и/или ржавчины)



Подготовка к перевозке груза

Обратите внимание

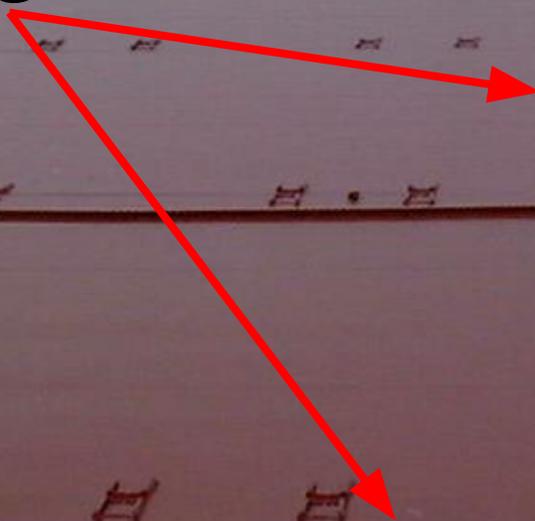
- На чистоту системы осушения (свободную от грузовых остатков, грязи и/или ржавчины)



Подготовка к перевозке груза

В критической или сомнительной ситуации нужно быть уверенным в водонепроницаемости грузового трюма

**Герметичные
люковые
закрытия**



Подготовка к перевозке груза

В случае, если готовятся грузы для перевозки

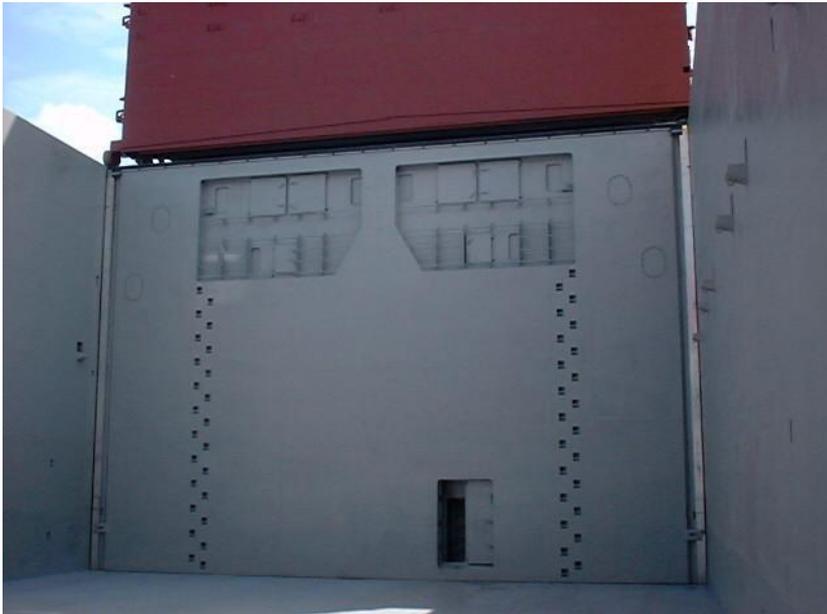
- На твиндеке в правильном положении (позиции)



Подготовка к перевозке груза

Располагаются

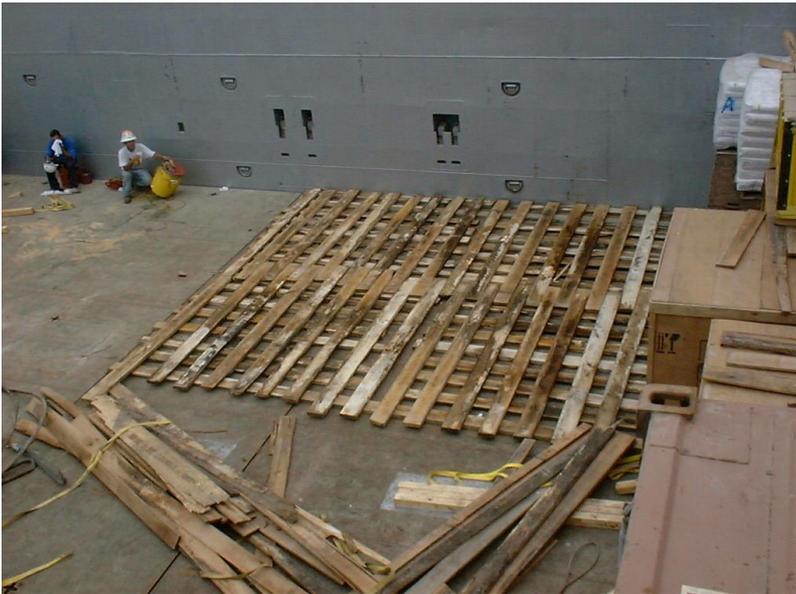
- переборка (ки) в правильном положении(позиции)



Подготовка к перевозке груза

Подготавливается

- прокладочный и подстилочный материал



Подготовка к перевозке груза

устанавливается

- прокладочный и подстилочный материал соответствующим способом

Промежуток для осушения



Подготовка к перевозке груза

Для контроля заполнения цистерн

- все колпаки измерительных труб должны быть свободными



Подготовка к перевозке груза

При подготовке

- Судна к операции с тяжеловесами



Операции с тяжеловесами

Правила

Инструкции ИМО относительно остойчивости судна не содержат никаких рекомендаций по работе подъемного крана с тяжеловесными грузами.

Однако германские Правила *Bekanntmachungen über die Anwendung der Stabilitätsvorschriften für Frachtschiffe, Fahrgastschiffe und Sonderfahrzeuge der SeeBG*, в части Schiffssicherheitshandbuch, в параграфе 3.3.5. под заголовком: *Umschlag von Schwergutladung mit dem schiffseigenen Ladegeschirr* рекомендуют:

«Должна быть обеспечена положительная величина плеча статической остойчивости величиной не менее 0,10м при максимальном угле крена + 5 ° во время всей грузовой операции»

Операции с тяжеловесами

Правила

Для подъемных кранов судна максимальный допустимый угол крена $\Theta_{\text{макс}}$ обычно около 5° . Это означает, что в случае подъема тяжеловесов только собственными подъемными кранами судна, начальная метацентрическая высота судна должна быть не менее $h' = 0,573\text{м}$, размах углов крена $10^\circ (\pm 5^\circ)$ и положительное значение плеча статической устойчивости $\geq 0,10\text{м}$.

Операции с тяжеловесами

Правила

Для погрузки/разгрузки тяжеловесов с максимальным использованием грузоподъемности кранов необходимо для судов в балласте или загруженных в соответствии с Правилами о Грузовой Марке однородными легкими грузами принять все возможные меры по увеличению параметров остойчивости. Если необходимо, нужно принять балласт ниже ватерлинии.

Комментарий: Для судна в порту нет необходимости выполнять требования обеспечения минимального надводного борта. Осадка судна у стенки может превысить допустимую, если это нужно для увеличения остойчивости.

Операции с тяжеловесами

Во время погрузки/разгрузки тяжеловесов судовыми кранами необходимо учитывать, что:

1. Начальная остойчивость судна уменьшается из-за

- открытых люковых закрытий,
- подъема грузовых стрел из положения «по походному» ,
- подъема груза с места (в этот момент аппликата центра тяжести груза располагается в точке подвеса на ноке грузовой стрелы на расстоянии около 60 м от основной плоскости).

Операции с тяжеловесами

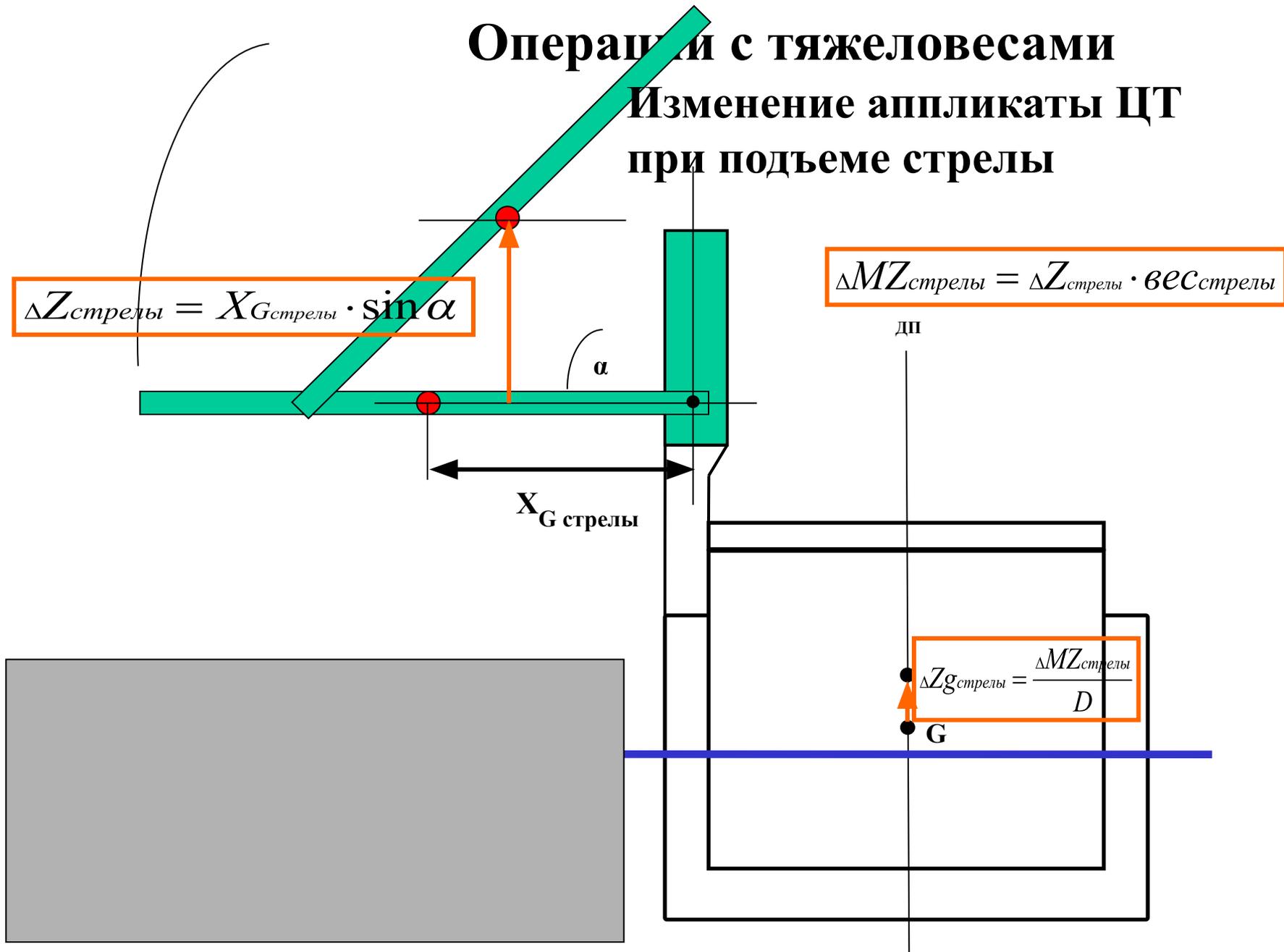


Операции с тяжеловесами



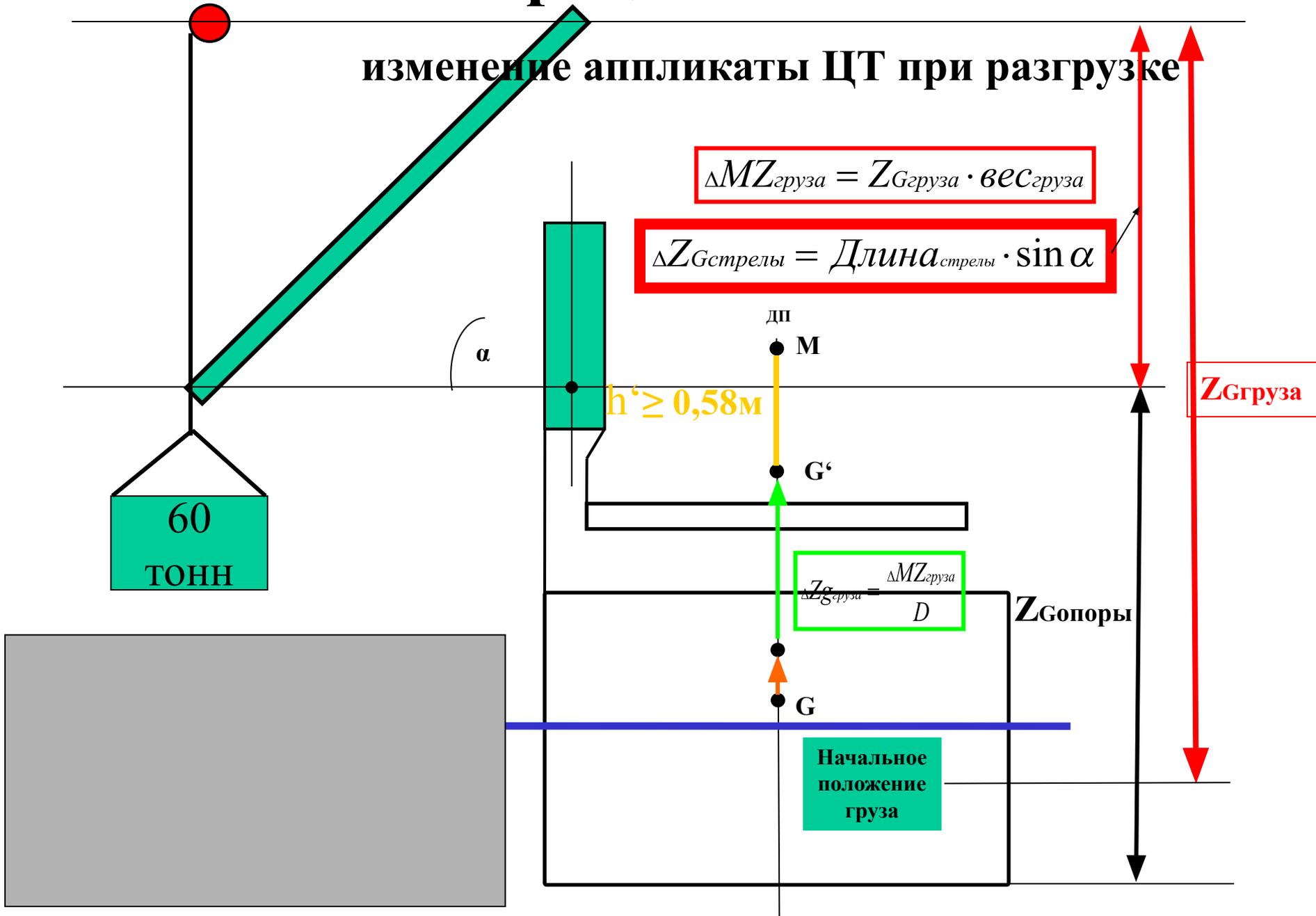
Операции с тяжеловесами

Изменение аппликаты ЦТ при подъеме стрелы



Операции с тяжеловесами

изменение аппликаты ЦТ при разгрузке



Операции с тяжеловесами

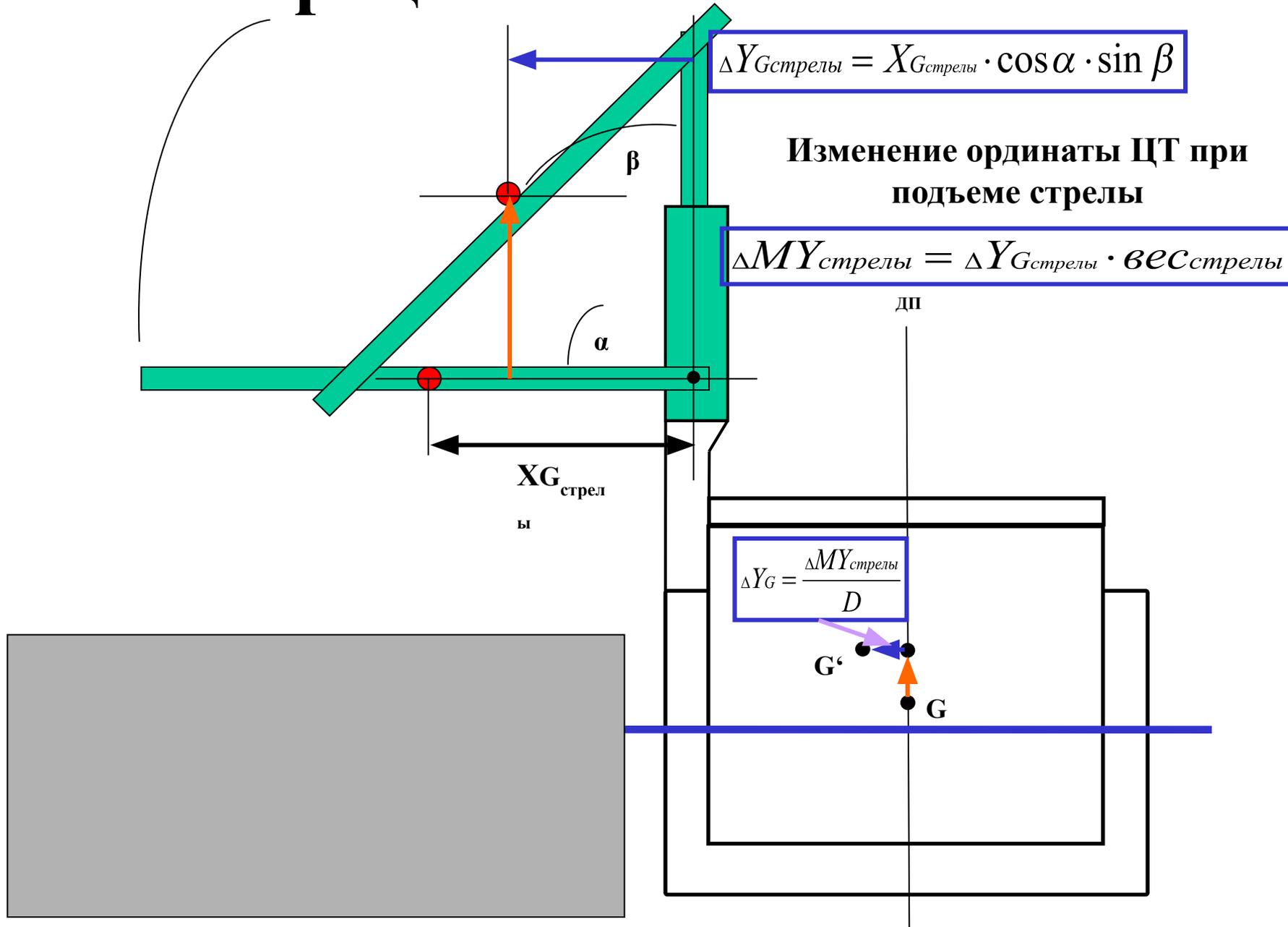
Во время погрузки/разгрузки тяжеловесов судовыми кранами необходимо учитывать, что:

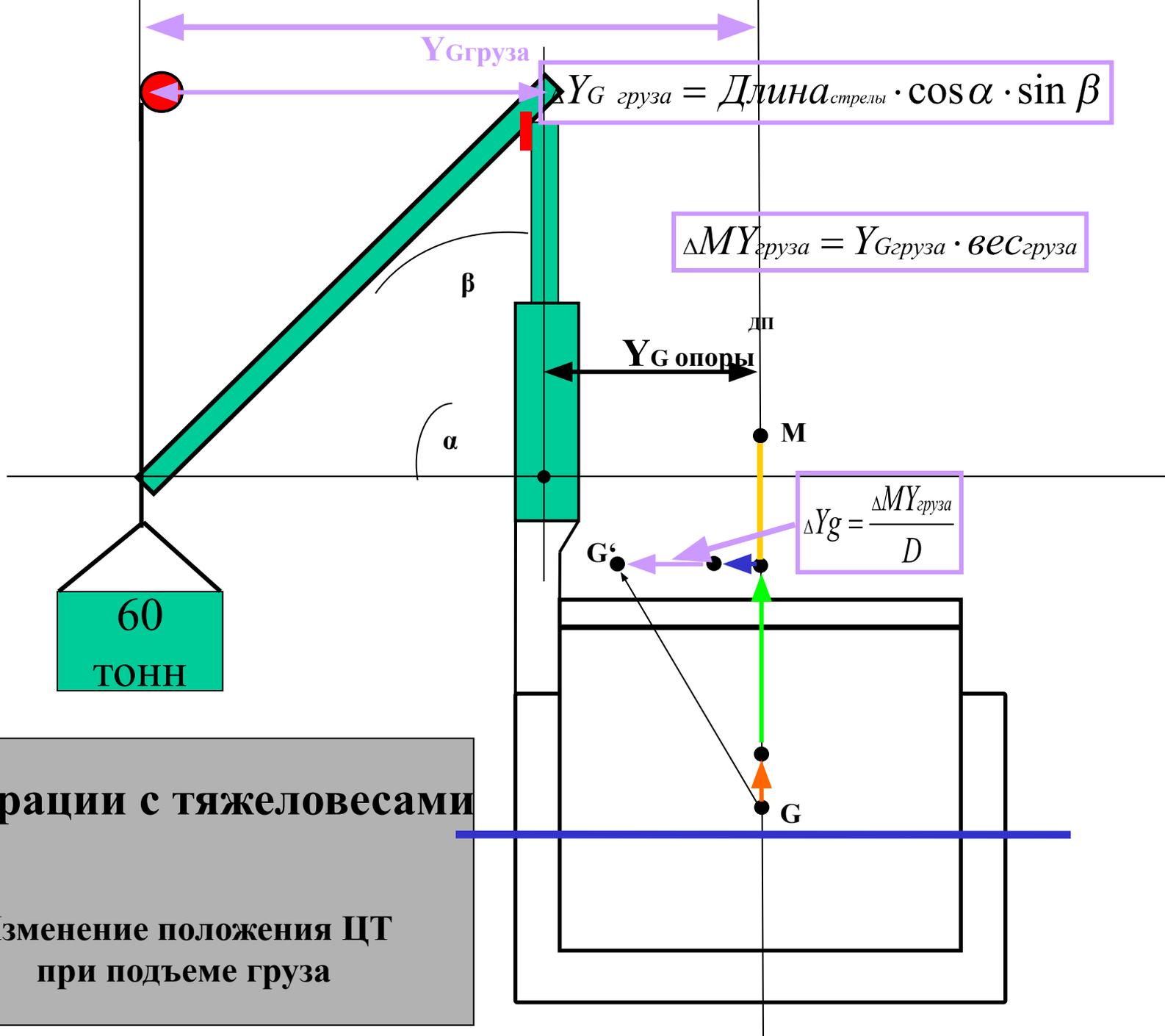
- 2. Судно получает крен, который не должен превысить 5° , вызванный**
 - поворотом стрелы к берегу/барже, сочетающимся с ее подъемом ,
 - подъемом груза с берега/баржи

Операции с тяжеловесами



Операции с тяжеловесами

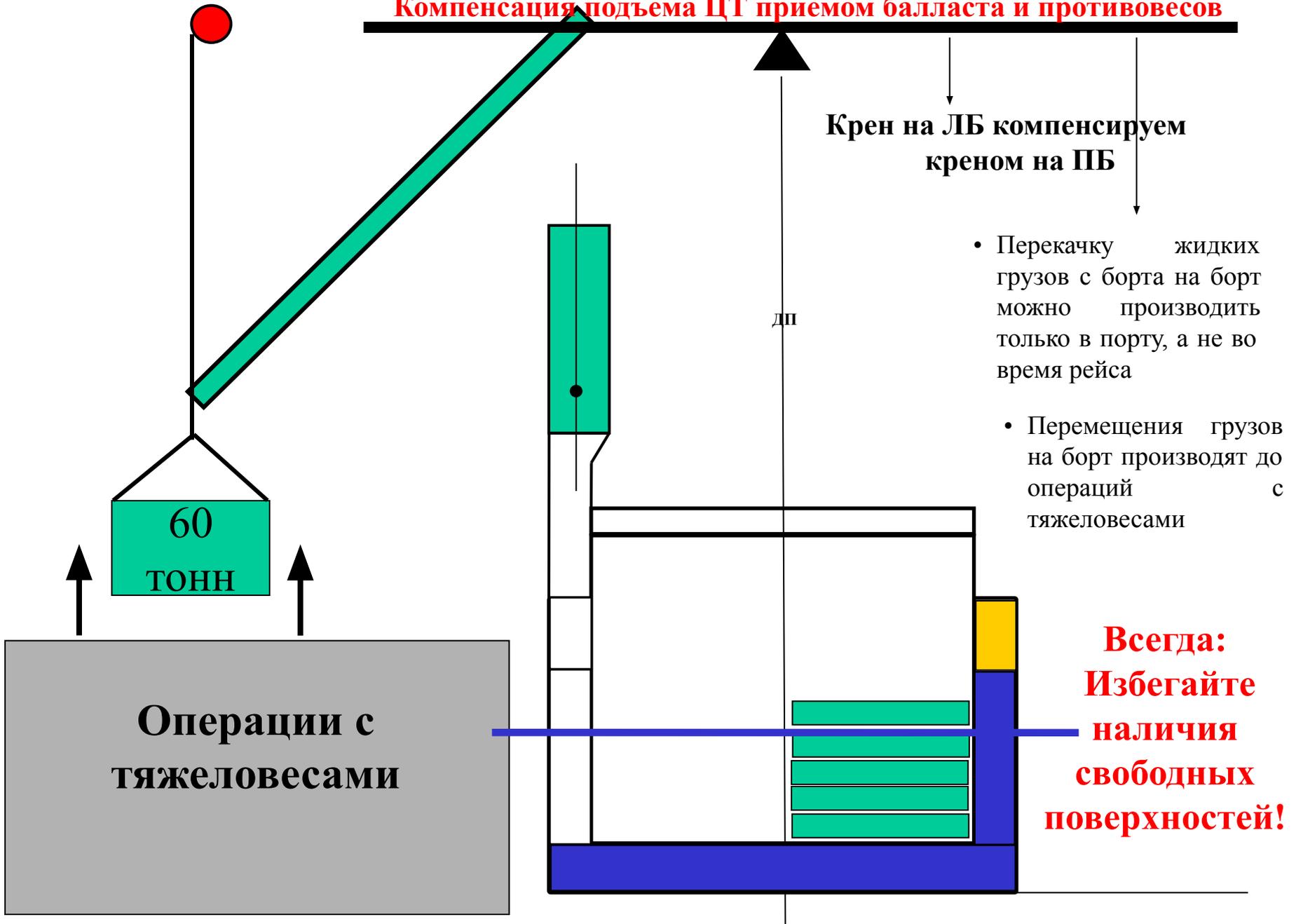




Операции с тяжеловесами

Изменение положения ЦТ
при подъеме груза

Компенсация подъема ЦТ приемом балласта и противовесов



Погрузка

Операции с тяжеловесами



Погрузка

Операции с тяжеловесами



Операции с тяжеловесами



Операции с тяжеловесами



Погрузка

Операции с тяжеловесами



Операции с тяжеловесами



Погрузка

Операции с тяжеловесами



Операции с тяжеловесами



Погрузка

Операции с тяжеловесами



Операции с тяжеловесами



Операции с тяжеловесами



Выгрузка

Операции с тяжеловесами



Выгрузка

Операции с тяжеловесами



Выгрузка

Операции с тяжеловесами

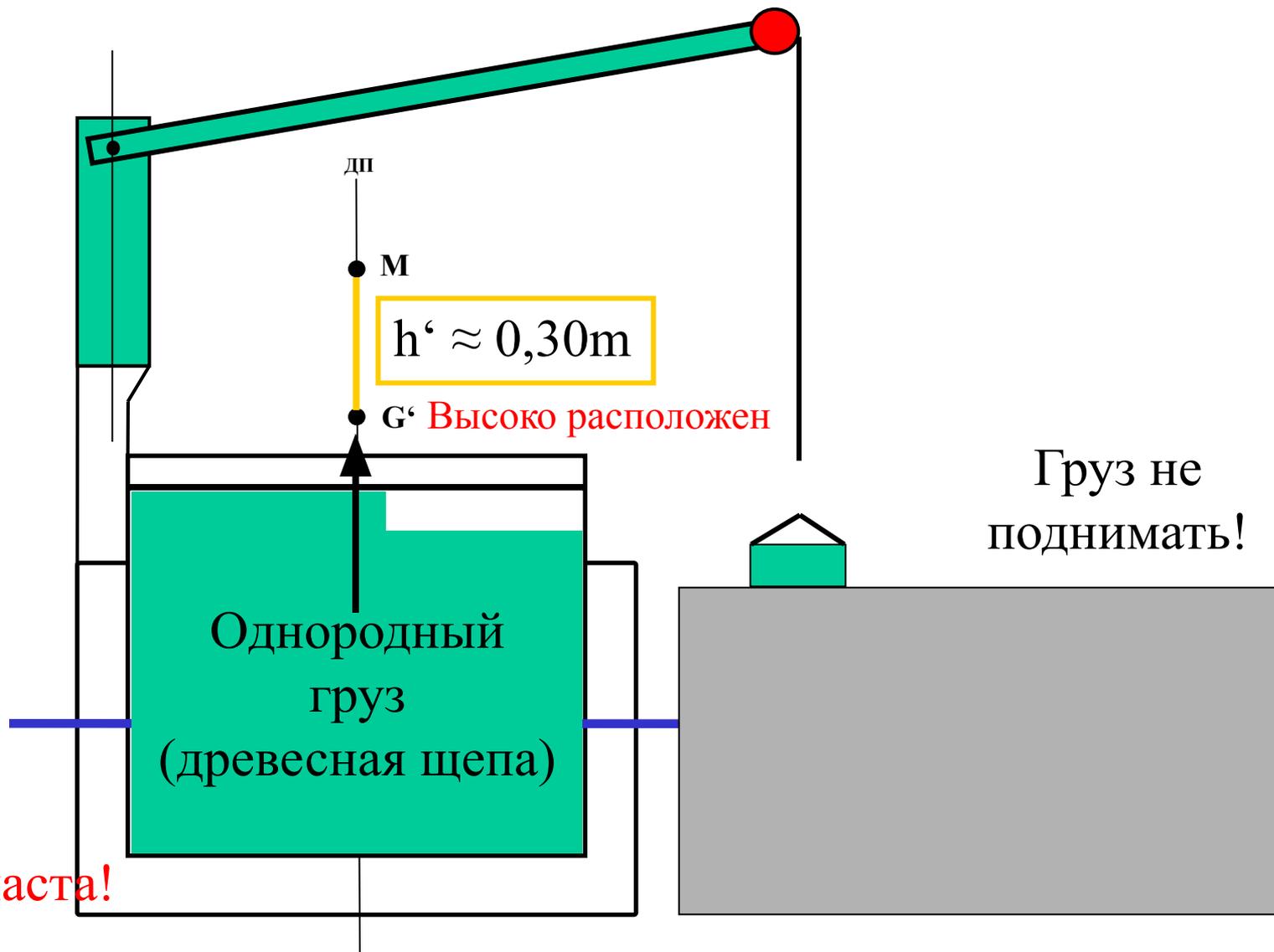


Операции с тяжеловесами

Почему?

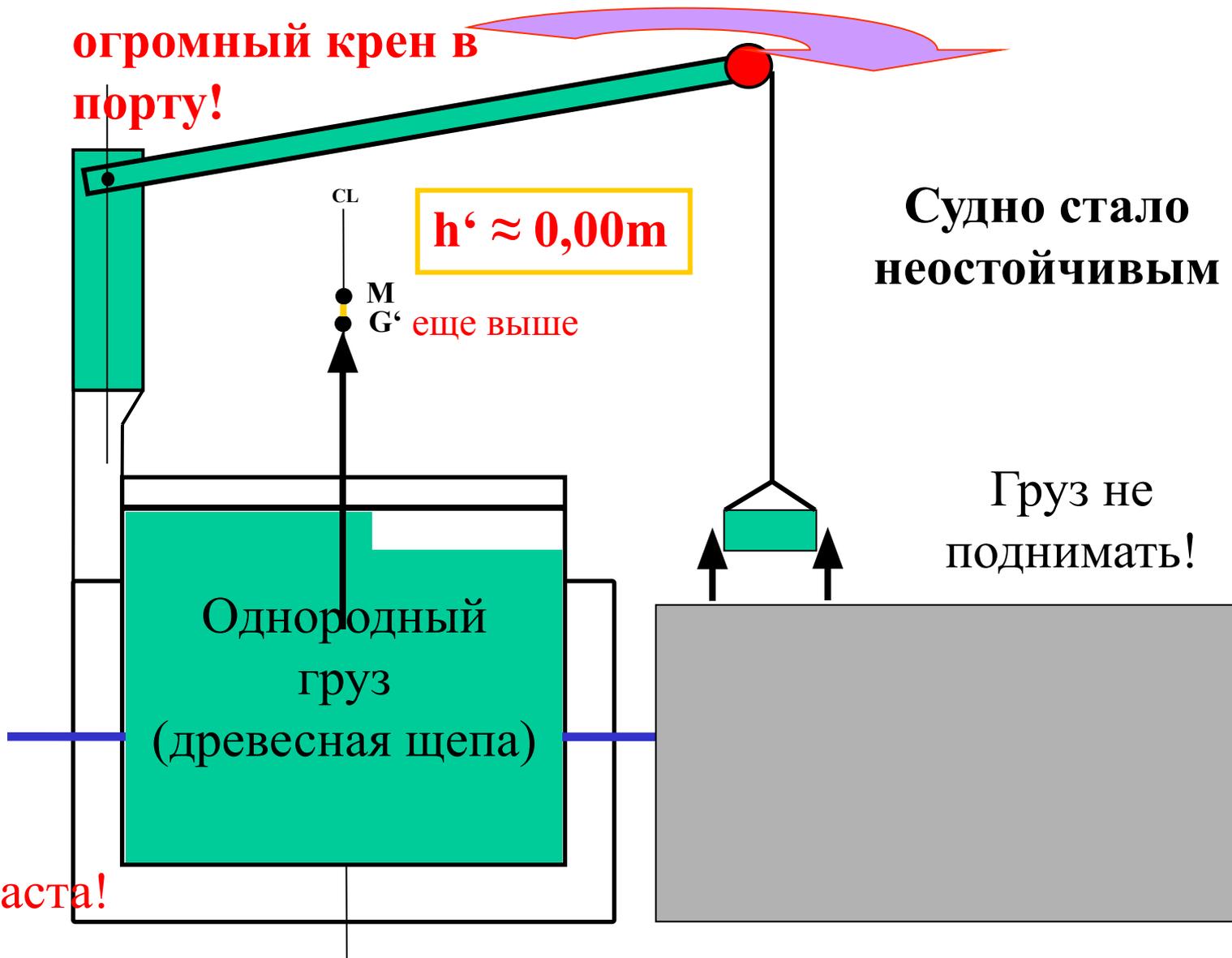


Операции с тяжеловесами **Аварии**



Операции с тяжеловесами

огромный крен в порту!



Судно стало неустойчивым

Груз не поднимать!

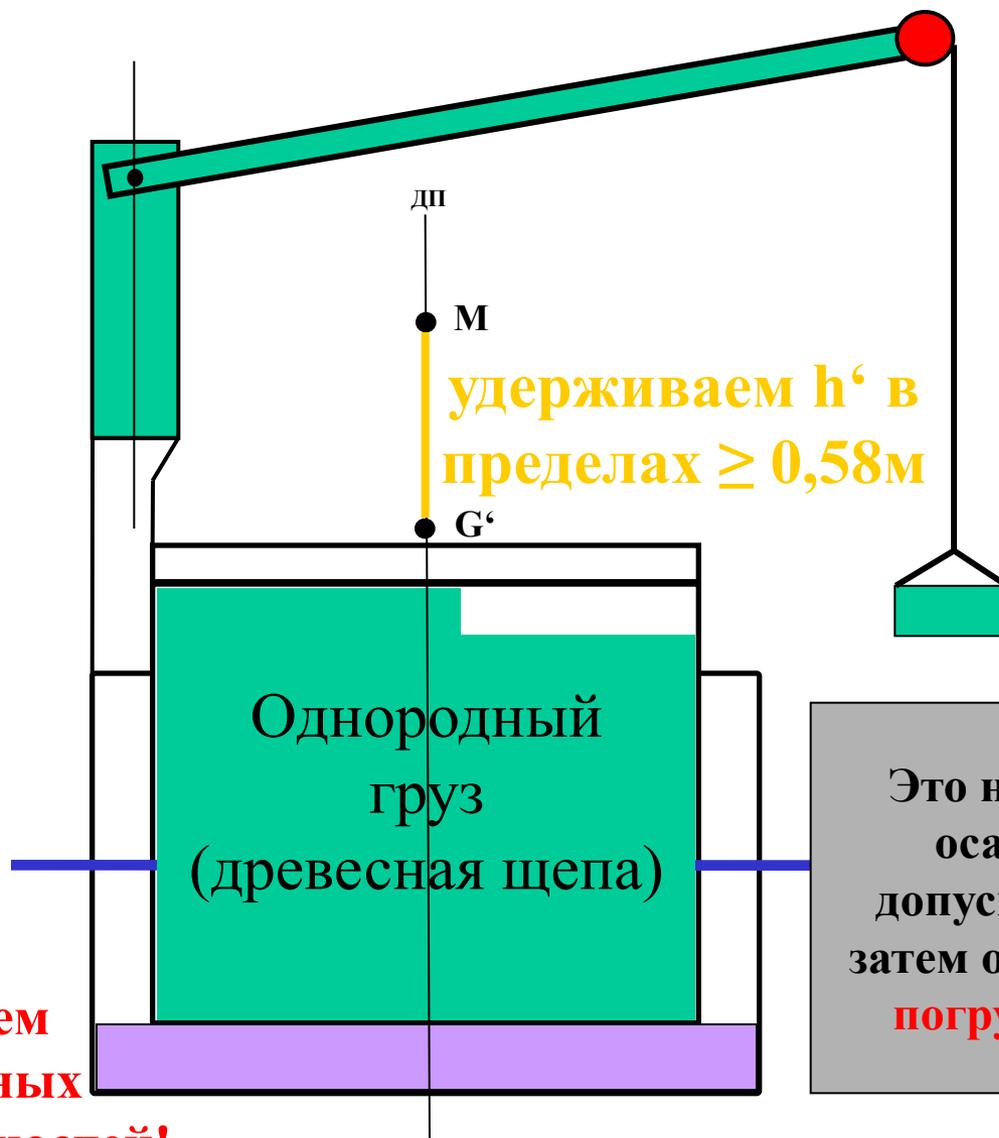
Нет балласта!

Однородный груз
(древесная щепа)

$h' \approx 0,00m$

CL
M
G' еще выше

Операции с тяжеловесами



Избегаем свободных поверхностей!

Решение:

перед погрузкой
заполнить
балластные
танки второго
дна!

Это необходимо даже если осадка станет больше допустимой Правилами. а затем откачать балласт **после погрузки перед рейсом !!!**

Аварии

Операции с тяжеловесами



Операции с тяжеловесами



Операции с тяжеловесами



Операции с тяжеловесами



Операции с тяжеловесами



Операции с тяжеловесами



В этих случаях не произошло серьезной аварии!



**Но фрахтовщик может
иметь сомнения
относительно
профессиональной
подготовки команды!**

Операции с тяжеловесами



Операции с тяжеловесами



ПОЧЕМУ?

Операции с тяжеловесами

В обоих случаях

- Свободные поверхности в сочетании с**
- малой начальной (но достаточной) устойчивостью**
- вызвали цепную реакцию!**

Момент кренящий

=

Момент стабилизирующий

Равновесие

дп

М

G'

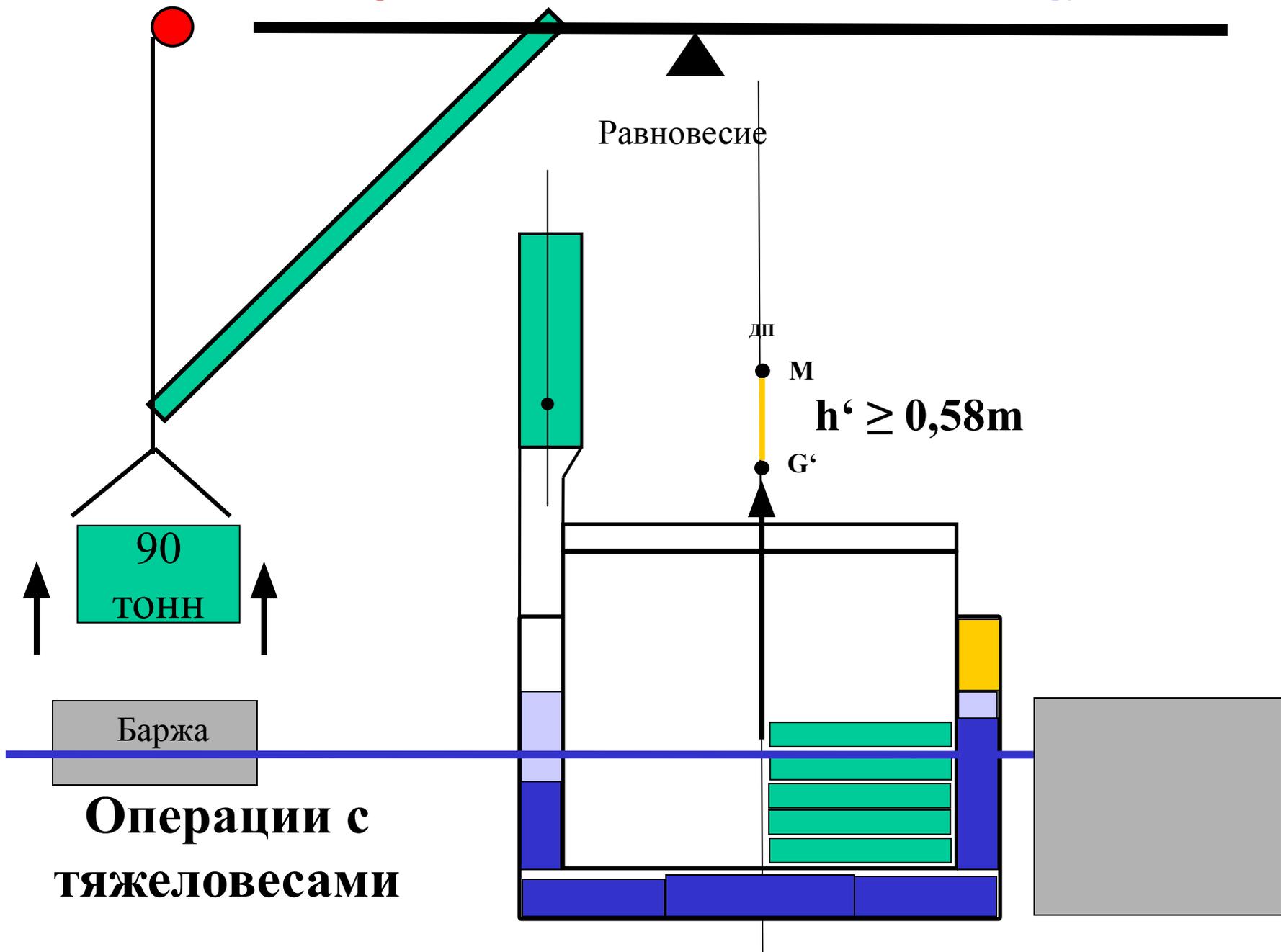
$h' \geq 0,58m$

90

ТОНН

Баржа

Операции с
тяжеловесами



Момент кренящий < Момент стабилизирующий

Операции с
тяжеловесами

Равновесие нарушено

Начинается

динамическая цепная
реакция,

Которую уже
не
остановить!!

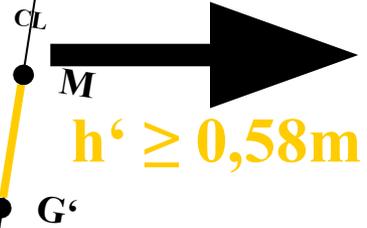
Действие
свободной
поверхности!



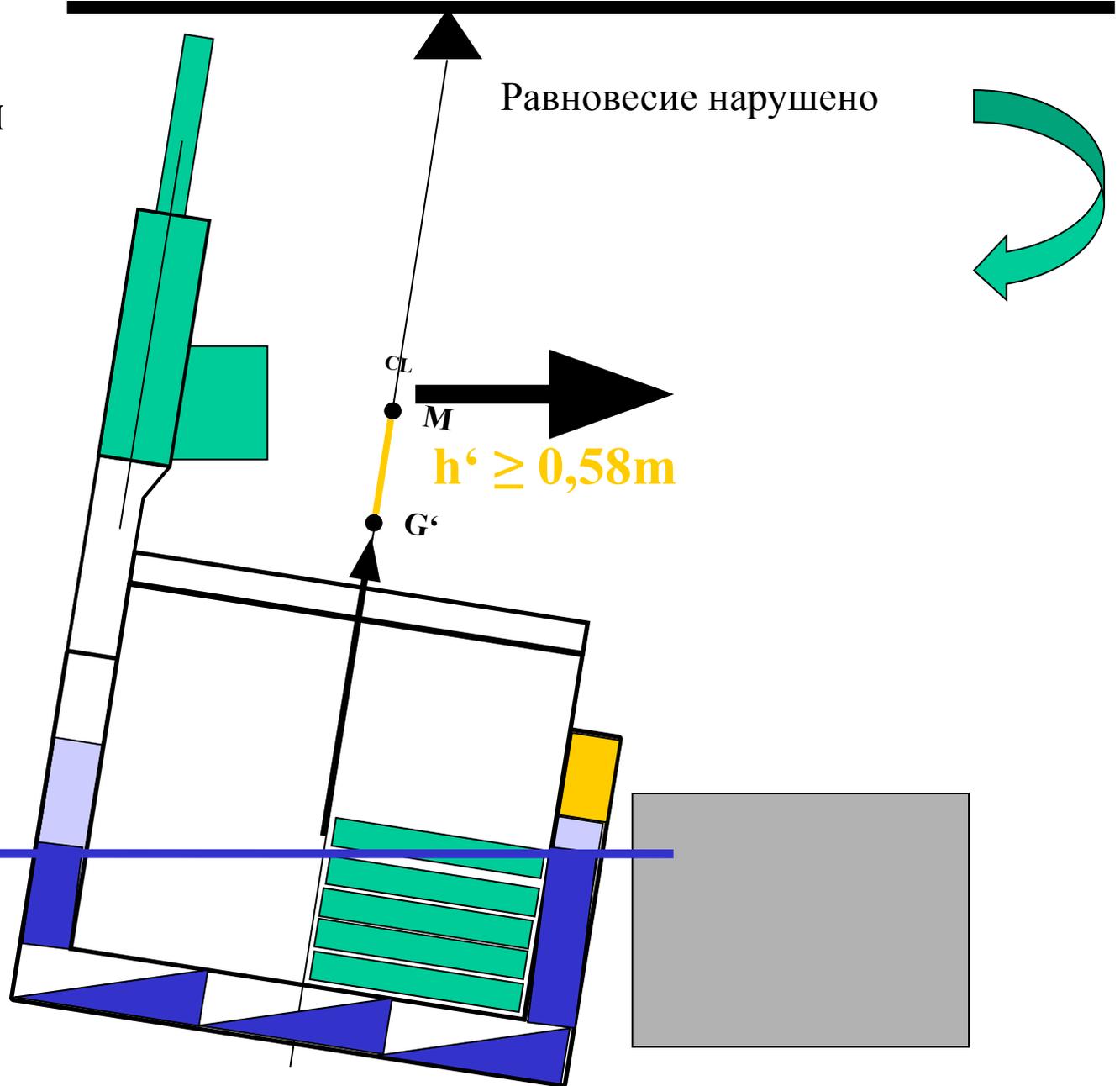
Момент кренящий < Момент стабилизирующий

Операции с
тяжеловесами

Равновесие нарушено



Действие
свободной
поверхности





КОНЕЦ

