

ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова

Факультет навигации и связи

Кафедра МиУС

К.т.н., доц. Коротков Б.П.

Теория судна. Статика

Лекция № 13

**Основные понятия
непотопляемости**



Вопросы лекции

1. Требования к непотопляемости
2. Классификация затопленных отсеков
3. Цели выполнения расчетов непотопляемости

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

1. Понимание основных действий, которые должны предприниматься в случае частичной потери плавучести в неповрежденном состоянии
2. Понимание основ водонепроницаемости

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

- Знание влияния повреждения и последующего затопления какого-либо отсека на посадку и остойчивость судна, а также контрмер, подлежащих принятию

1. Требования к непотопляемости

Непотопляемостью называется:

Способность судна оставаться на плаву и не опрокидываться при затоплении части водонепроницаемых отсеков, сохраняя хотя бы в ограниченных пределах свои мореходные качества

Требования к непотопляемости изложены в документах:

1. «Правила классификации и постройки морских судов Российского Морского Регистра судоходства». www.rs-org.ru
2. «Правилах» других классификационных обществ

Структура требований к непотопляемости

«Нормативное» повреждение
(выдерживаемое судном)

Предельно
допустимые
изменения
остойчивости

Предельно
допустимые
изменения
посадки

«Нормативное повреждение»

- Судно должно остаться на плаву и не опрокинуться при затоплении определенного числа смежных автономных отсеков через пробоину
- Размеры пробоины и количество отсеков зависят от типа и размеров судна

Количество смежных отсеков,
затопление которых судно
должно выдержать, указывается
в символе класса:

- | | | |
|---|--------------|---|
| 1 | - один отсек | } при наихудшем
возможном варианте
нагрузки |
| 2 | - два отсека | |
| 3 | - три отсека | |

Пример: Газовоз «GRAND ANIVA»



Дедвейт: 74044т

Водоизмещение: 108524т

Длина: 274.0м;

Ширина: 49.0м

Газовоз «GRAND ANIVA»

- Символ класса:

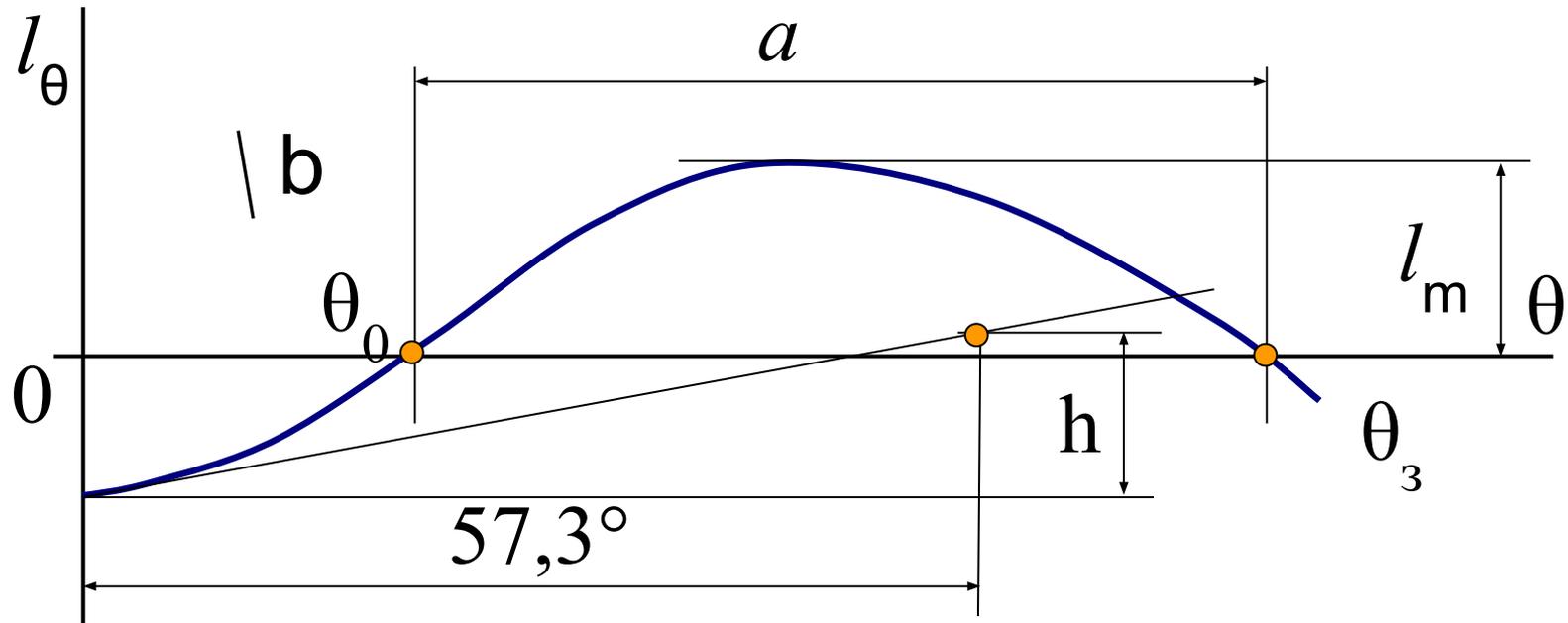
KM*Ice2 2 AUT1-COMBO LI BWM gas
carrier type 2G (methane)

- Это судно выдерживает затопление
любых двух смежных отсеков при
наихудшем варианте нагрузки

Требования к непотопляемости

- Изменения посадки и остойчивости судна при таком повреждении не должны превзойти пределов, задаваемых «Правилами Регистра»
- Проверка выполнения требований производится расчетами посадки и остойчивости поврежденного судна

Требования к ДСО поврежденного судна



$$\theta_0 \leq 20^\circ;$$

$$h \geq 0,05\text{м};$$

$$a \geq 20^\circ;$$

$$l_m \geq 0,1\text{м};$$

$$b \geq 0,0175 \text{ м рад}$$

Требования к аварийной ватерлинии

- Аварийная ватерлиния должна проходить по крайней мере на 0,3м ниже отверстий в переборках, палубах и бортах, через которые возможно дальнейшее распространение воды по судну
- Для грузовых судов допускается вход в воду палубы переборок и даже открытой палубы

- По проекту судно должно выдерживать затопление одного автономного отсека

Вопрос:

- Если при фактической аварии у него окажутся поврежденными два смежных отсека, означает ли это его неминуемую гибель?

Правильный ответ: «Нет!»

1. Судно может иметь лучшие характеристики плавучести и остойчивости, чем это определено в «Требованиях к непотопляемости»
2. Судно может остаться на плаву, даже если изменения посадки и остойчивости в результате повреждения превзошли допустимые

- По проекту судно должно выдерживать затопление одного отсека

Вопрос:

- Означает ли это, что в любых обстоятельствах при повреждении одного отсека судно не погибнет или не попадет в тяжелую ситуацию, грозящую гибелью?

Правильный ответ: «Нет!»

1. Судно сохраняет заданный уровень непотопляемости при условии, что его плавучесть, остойчивость и прочность соответствуют требованиям Регистра
2. Погодные условия могут превосходить по степени тяжести нормативную ситуацию

- Поддержание плавучести, устойчивости и прочности неповрежденного судна на уровне, определенном требованиями «Правил», необходимо для обеспечения непотопляемости

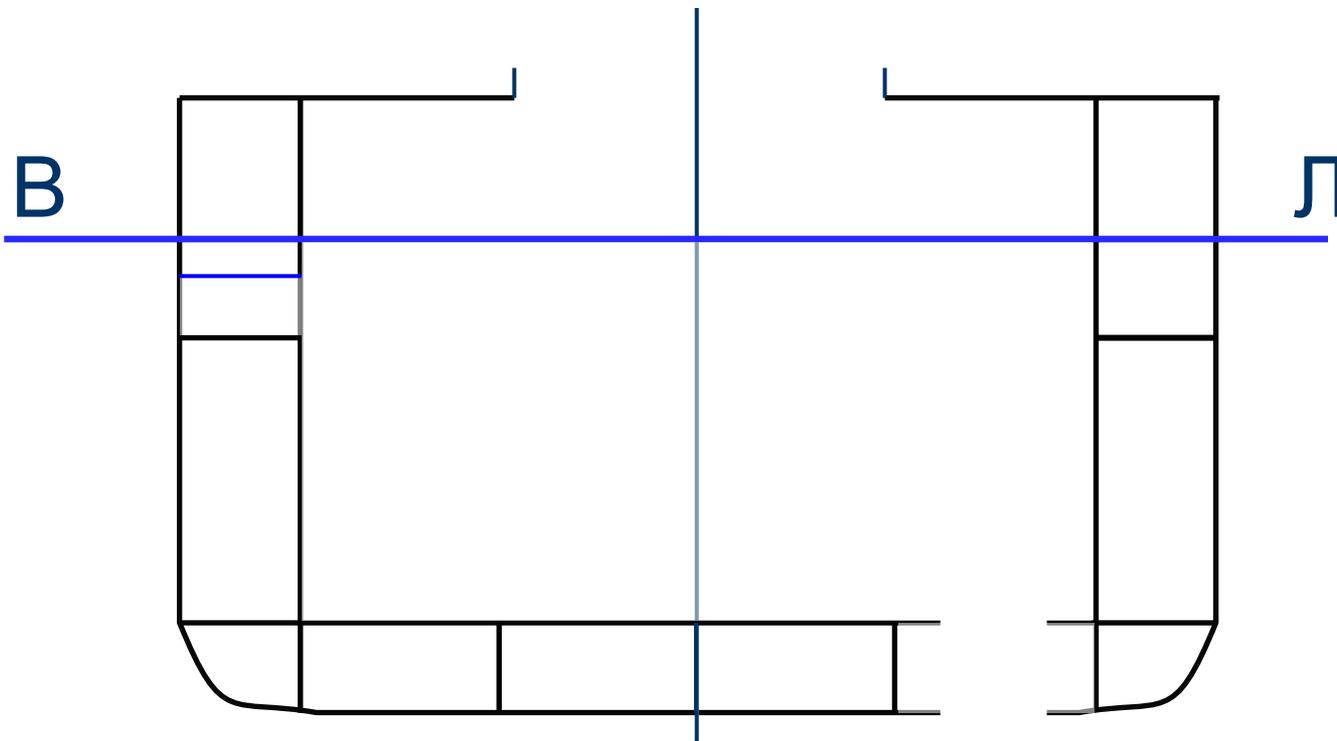
2. Классификация затопленных отсеков

Категории поврежденных отсеков

- 1 кат. - отсеки, заполненные полностью
- 2 кат. - отсеки с фильтрационной водой, заполненные частично
- 3 кат.- отсеки, заполненные через пробойну, уровень воды совпадает с ватерлинией;
- 4 кат. – отсеки, заполненные через пробойну, но сохраняющие герметичность. Поступление воды в них ограничивает подушка сжатого воздуха

Категории затопленных отсеков

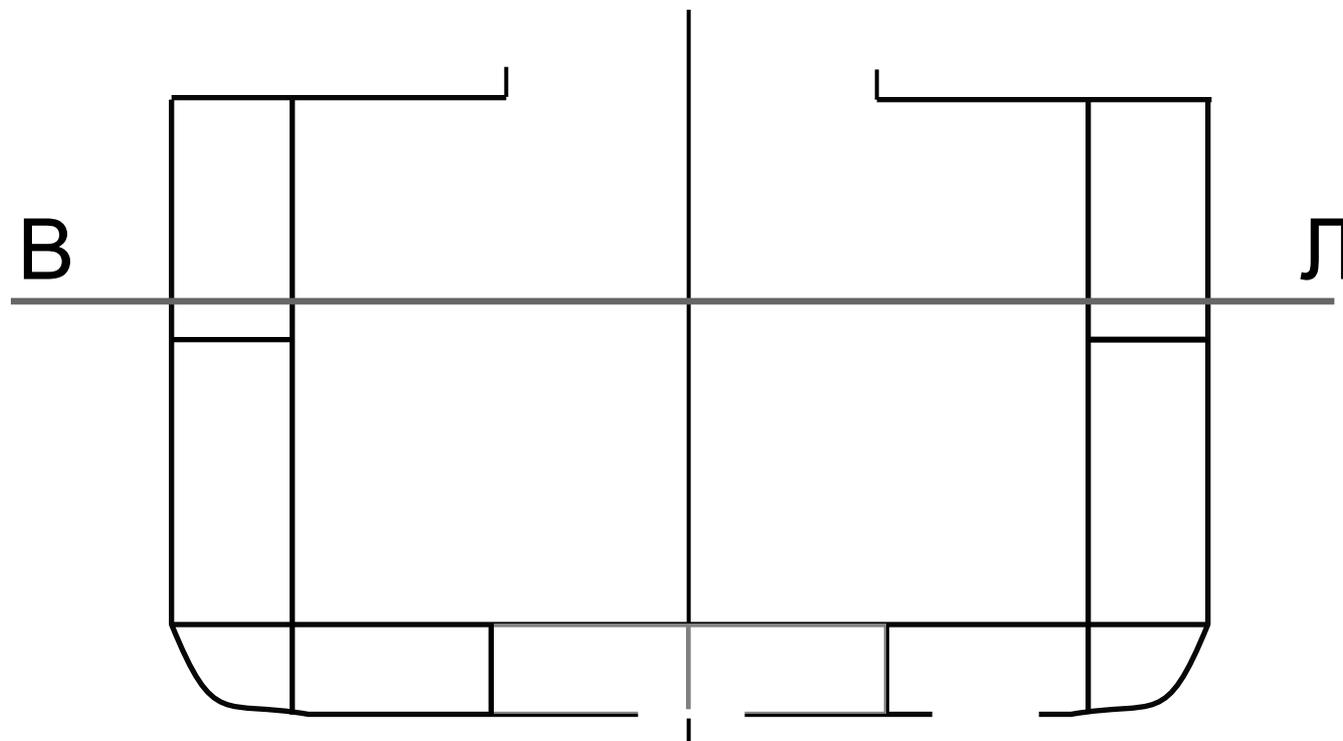
2 категория (фильтр.)



3 категория
(по ВЛ)

1 категория (полн.)

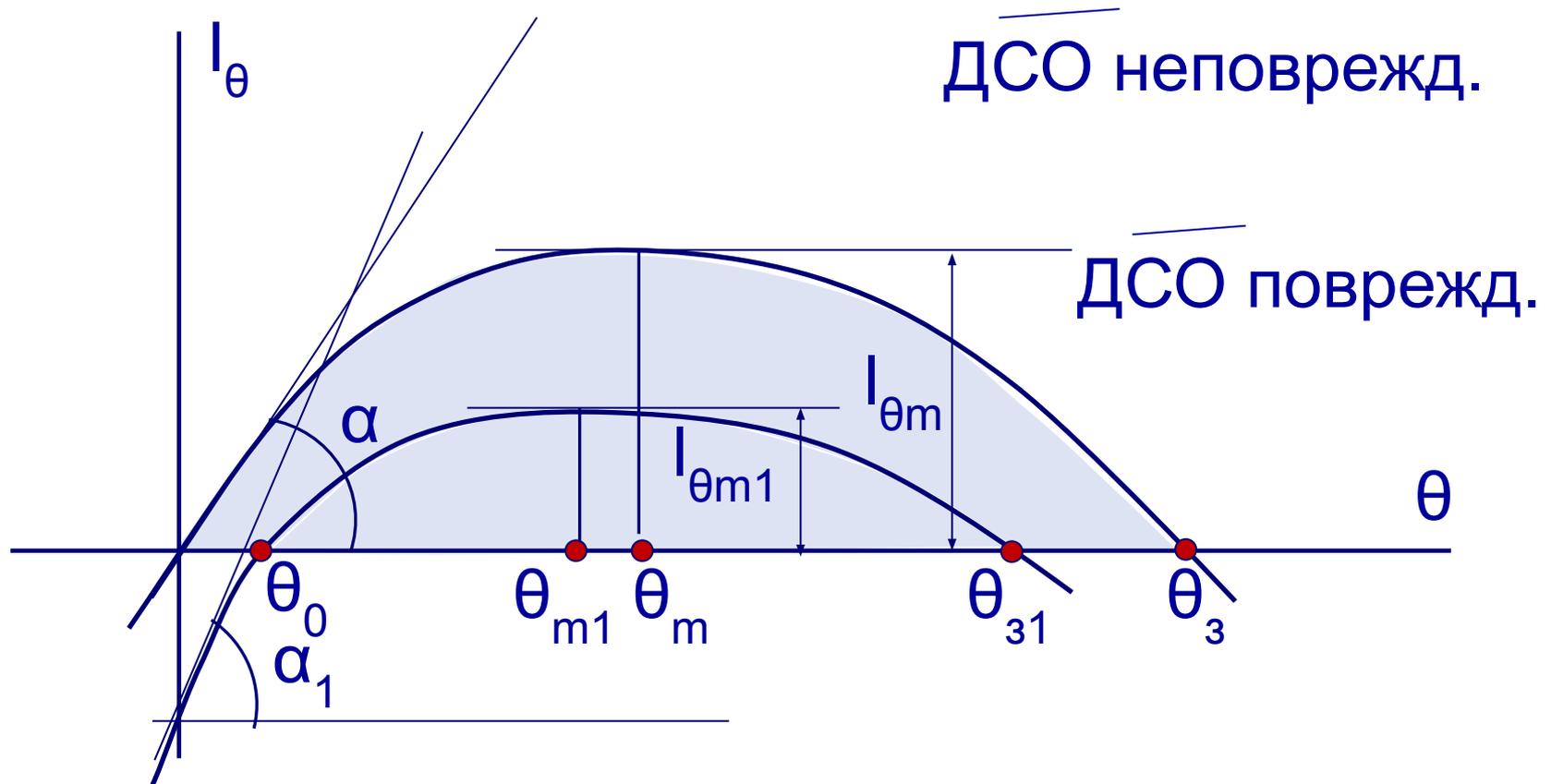
Затопление отсеков 1 категории



Поперечная метацентрическая высота
увеличивается

Запас плавучести уменьшается на величину
объема воды в отсеке

Влияние затопления отсеков 1 категории на ДСО судна



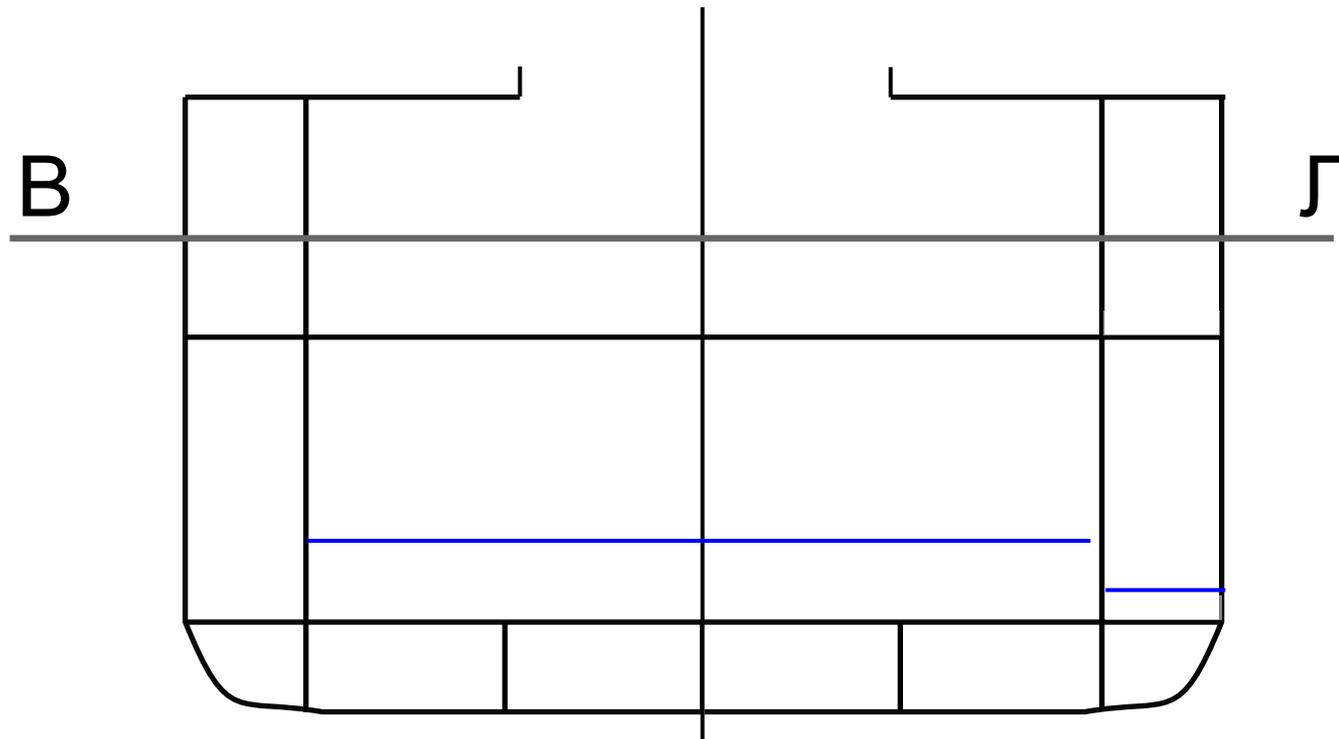
Метацентрическая высота увеличилась ($\alpha_1 > \alpha_2$)

Влияние затопления отсеков 1 категории на ДСО

1. Углы максимума и заката ДСО уменьшаются
2. Запас статической остойчивости уменьшается ($I_{\theta m1} < I_{\theta m}$)
3. Запас динамической остойчивости уменьшается – площадь под ДСО поврежденного судна уменьшается

Ухудшение характеристик остойчивости на больших наклонениях связано с увеличением осадки и появлением крена

Затопление отсеков 2 категории

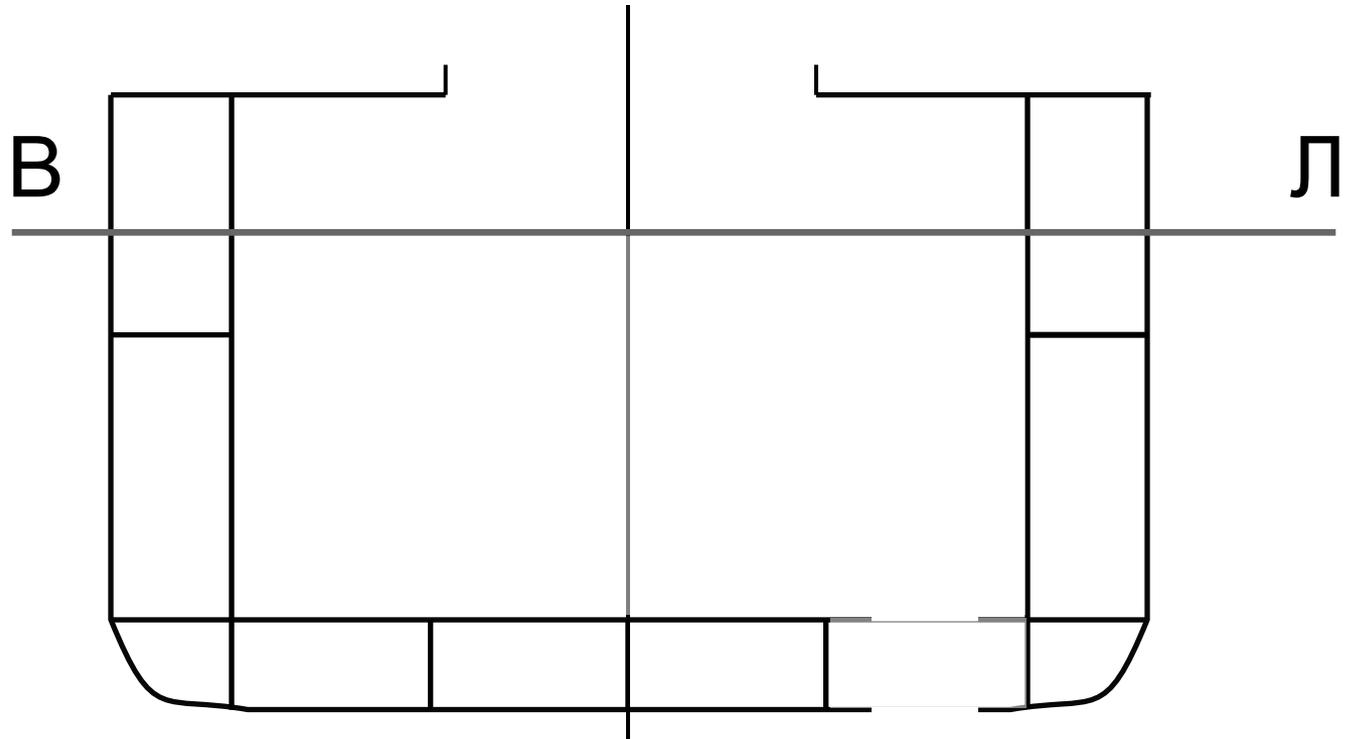


Влияние затопления отсека 2 категории зависит от его расположения, момента инерции площади свободной поверхности воды и уровня заполнения

Отсек 2 категории снижает и начальную стойчивость и стойкость на больших наклонениях

1. Снижение стойкости тем больше, чем дальше отсек находится от ДП
2. Запас плавучести уменьшается на величину объема воды в отсеках
3. Наиболее опасно многоярусное затопление отсеков фильтрационной водой
4. Потери запаса плавучести равны объему воды в поврежденных отсеках

Затопление отсеков 3 категории

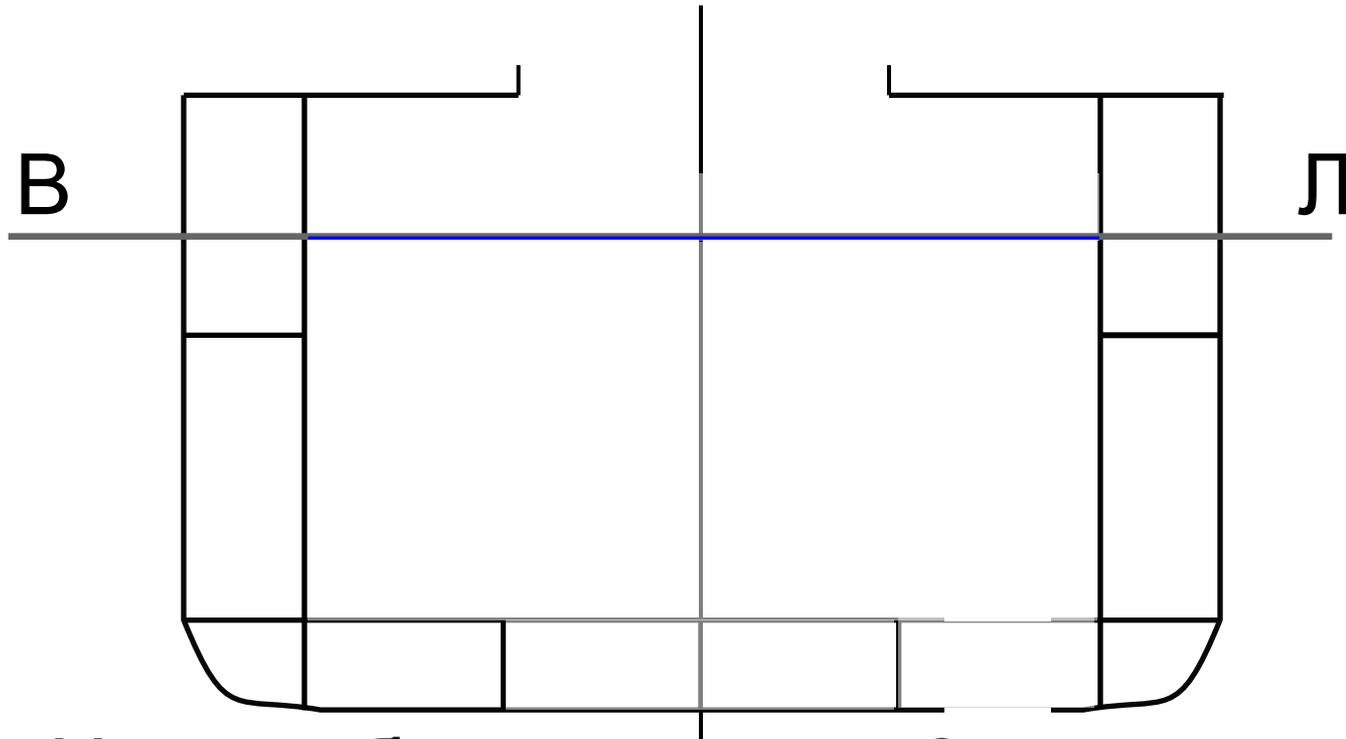


Отсеки 3 категории могут существенно уменьшить запас плавучести судна

Затопление отсека 3 категории:

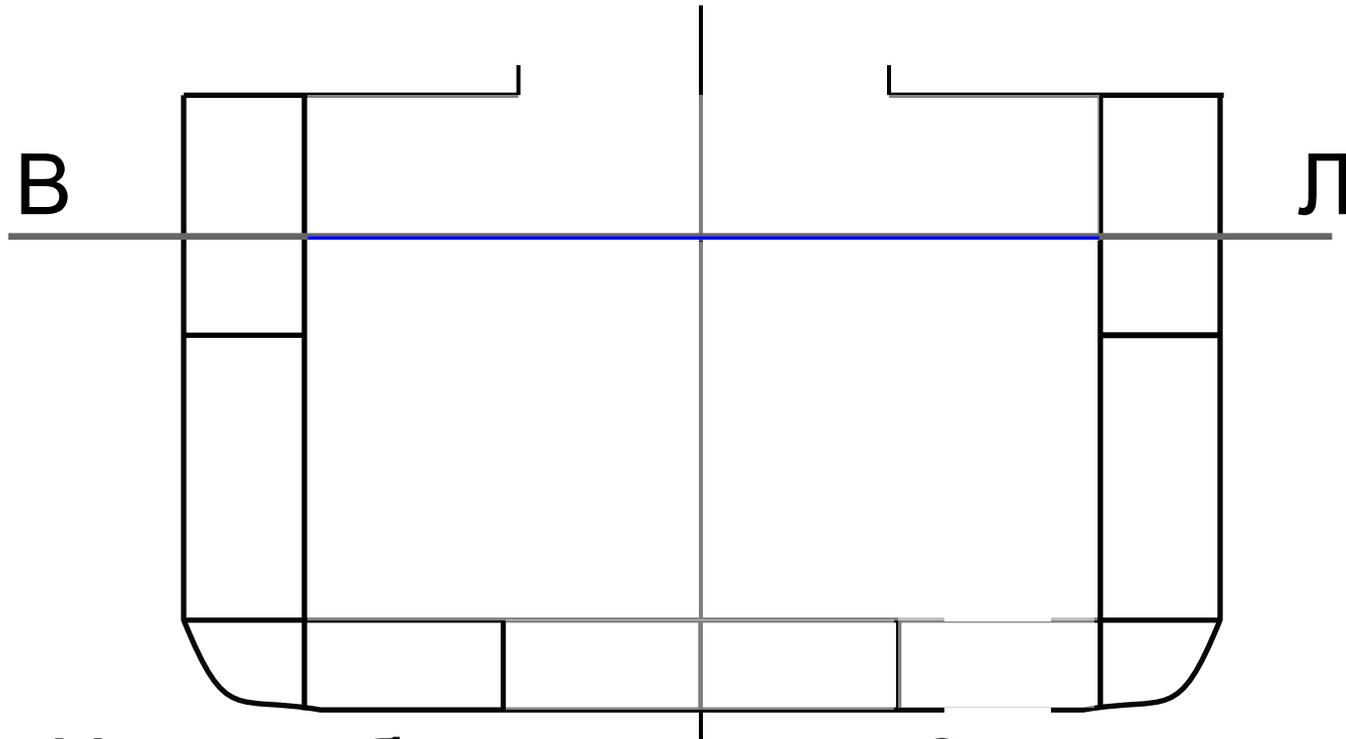
1. Увеличивает начальную остойчивость – как груз, принятый ниже ватерлинии, но
2. Уменьшает остойчивость вследствие влияния свободной поверхности
3. Изменение остойчивости в целом зависит от размеров и места расположения отсека, формы и размеров свободной поверхности

Изменение запаса плавучести при затоплении отсека 3 категории



Часть объема отсека 3 категории,
расположенная выше ватерлинии,
не включается в запас плавучести судна

Изменение запаса плавучести при затоплении отсека 3 категории



Часть объема отсека 3 категории,
расположенная выше ватерлинии
не включается в запас плавучести судна

- При затоплении отсека 3 категории запас плавучести судна уменьшается на величину полного объема отсека, включая незаполненную водой его часть

3. Цели выполнения расчетов непотопляемости

Расчет непотопляемости - это расчет посадки и остойчивости судна, получившего повреждение

- Виды расчетов непотопляемости:
 1. Проверка выполнения требований к непотопляемости при проектировании
 2. Расчеты непотопляемости судна в эксплуатации, выполняемые экипажем

Расчеты непотопляемости

- Проектные расчеты выполняются точными методами с использованием мощных ЭВМ
- Эксплуатационные расчеты могут выполняться вручную, с использованием судовой документации и уточненными методами с помощью бортовых ПК

Расчеты непотопляемости

- Программное обеспечение ПК должно иметь официальное одобрение, например, Российского Морского Регистра судоходства

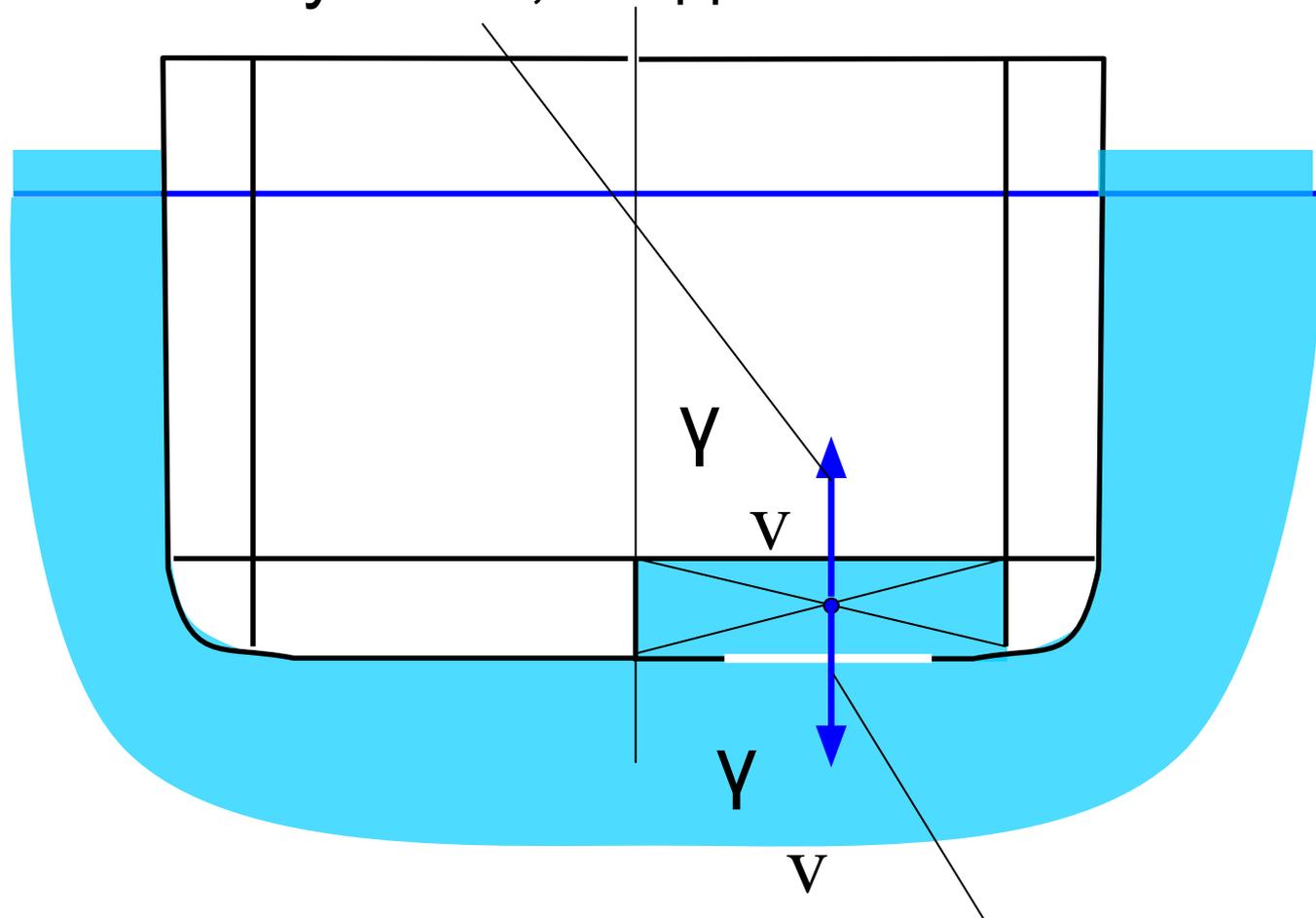
Методы учета воды в поврежденных отсеках:

1. Метод приема груза
2. Метод исключения - (Метод постоянного водоизмещения)
 - В типовых и проектных расчетах обычно используют метод постоянного водоизмещения

Метод приема груза

- Вода в поврежденных отсеках рассматривается, как жидкий груз, принятый на судно
- Параметры нагрузки судна (Δ , x_g , y_g , z_g) зависят от количества и расположения воды в поврежденных отсеках

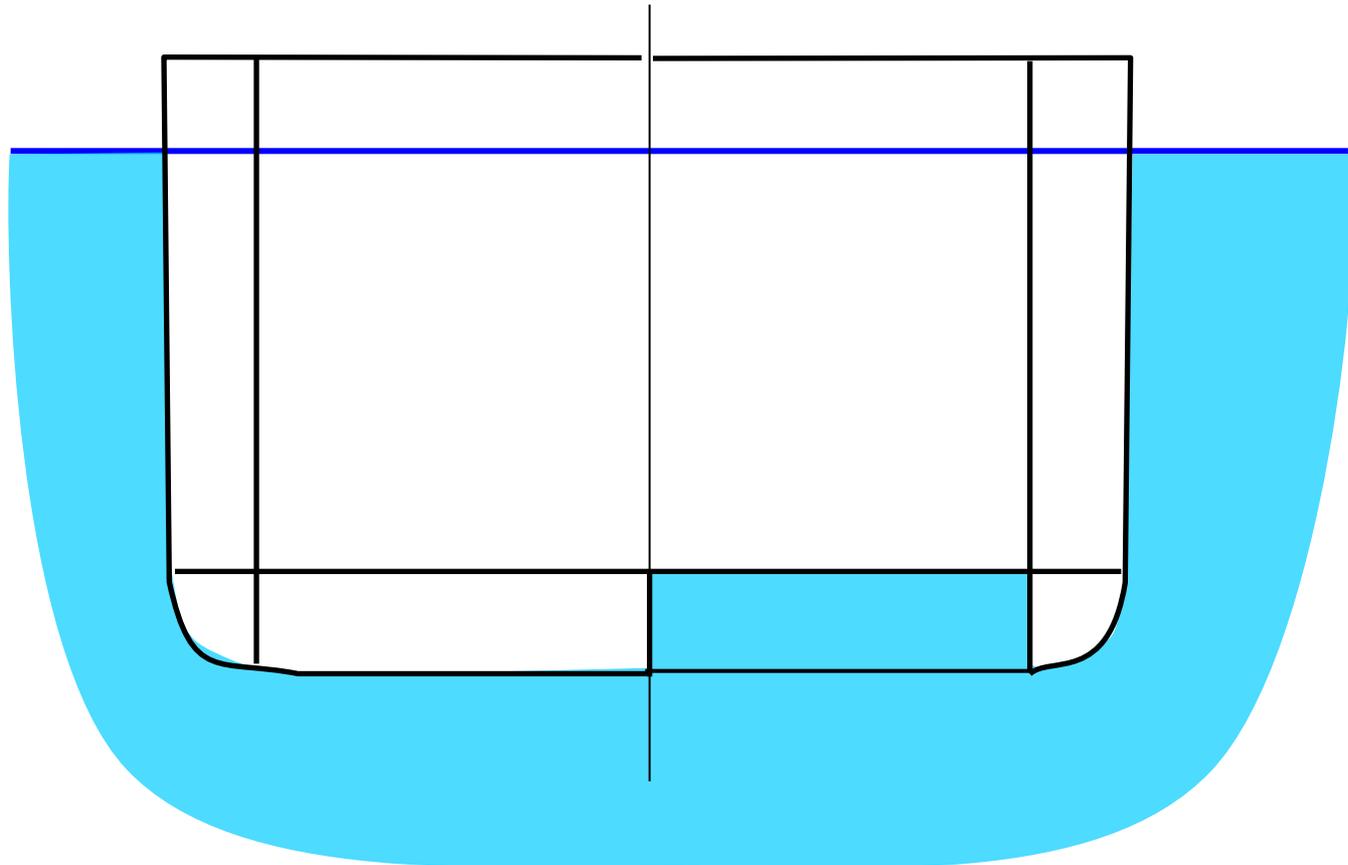
Сила плавучести, создаваемая объемом отсека



Сила тяжести воды в отсеке

Силы уравновешивают друг друга, могут быть исключены

При использовании метода постоянного водоизмещения из погруженного объема исключаются заполненные водой отсеки



Метод постоянного водоизмещения (исключения)

- Вода в поврежденных отсеках в нагрузку судна не включается
- Из погруженного объема судна исключаются объемы, заполненные водой
- Нагрузка поврежденного судна (Δ, x_g, z_g) остается такой же, как у судна до повреждения

Задание на СМЗ

- «Статика судна», ГМА, 2009
– П. 3.1 изучить

Конец