

**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](http://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<br>возможном варианте<br>нагрузки |
| 2 | - два отсека |                                                   |
| 3 | - три отсека |                                                   |

# Пример: Газовоз «GRAND ANIVA»



Дедвейт: 74044т

Водоизмещение: 108524т

Длина: 274.0м;

Ширина: 49.0м

# [www.rs-class.org](http://www.rs-class.org)

Классификационное общество Российский морской регистр судоходства было создано 21 декабря 1913 года. С 1969 года РС является членом Международной Ассоциации Классификационных Обществ (ИАКО).

**Основные цели:**

- обеспечение безопасности морской судоходства на море,
- обеспечение безопасности морских судов,
- обеспечение судовой безопасности грузов на море и в портах выезда груза,
- предоставление законченных судовых судов.

Для достижения этих целей РС на основе научных исследований, а также в целях выполнения международных конвенций и кодексов разрабатывает и совершенствует Правила РС.

С 1993 года РС поддерживает и совершенствует интегрированную систему менеджмента качества, разработанную в соответствии с международными стандартами ISO 9001. Система менеджмента качества РС сертифицирована BUREAU VERITAS. Государством РФ, с 1998 года РС признан эквивалентом британской организации, действующей в соответствии с Директивой ЕС 1400/97 и европейскими стандартами EN 13000. Высокая квалификация персонала, высокая доля представителей в России и за рубежом позволяет РС быстро и эффективно предоставлять в любых регионах полный спектр услуг:

- рассмотрение технической документации, предоставление технических наблюдений и выдачу документов, свидетельств и актов на суда и плавающие сооружения, а также на судовые машины, оборудование, приборы, изделия, снабжение и материалы, отдельные элементы, приспособления и приборы, контейнеры,
- осмотр судов и судовых сооружений,
- предоставление технических наблюдений за выполнением положений международных конвенций и выдачу соответствующих документов от имени морских администраций (государств-членов конвенции),
- сертификация профессиональной подготовки и компетенции,
- сертификация систем менеджмента качества, исполнения международных конвенций и управление в области охраны труда и профессиональной безопасности на соответствие требованиям международных стандартов ISO серии 9001, 14000 и OHSAS 18001,
- ведение традиционной системы управления безопасностью судовых экипажей и судов на соответствие требованиям Международного кодекса по управлению безопасностью судоходства и судов на соответствие требованиям Международного кодекса по управлению безопасностью эксплуатации судов и предоставлении сертификатов,
- сбор данных и предоставление информации судьям/администрациям, морским администрациям, страхователям и портовым властям (в том числе судам),
- услуги в морских администрациях, портовых властях при контроле судов в портах.

Выдаваемые РС сертификаты транзитивны в мировом морском сообществе по вышнему стандарту безопасности морского судоходства.

Регистровая книга судов

# Газовоз «GRAND ANIVA»

- Символ класса:

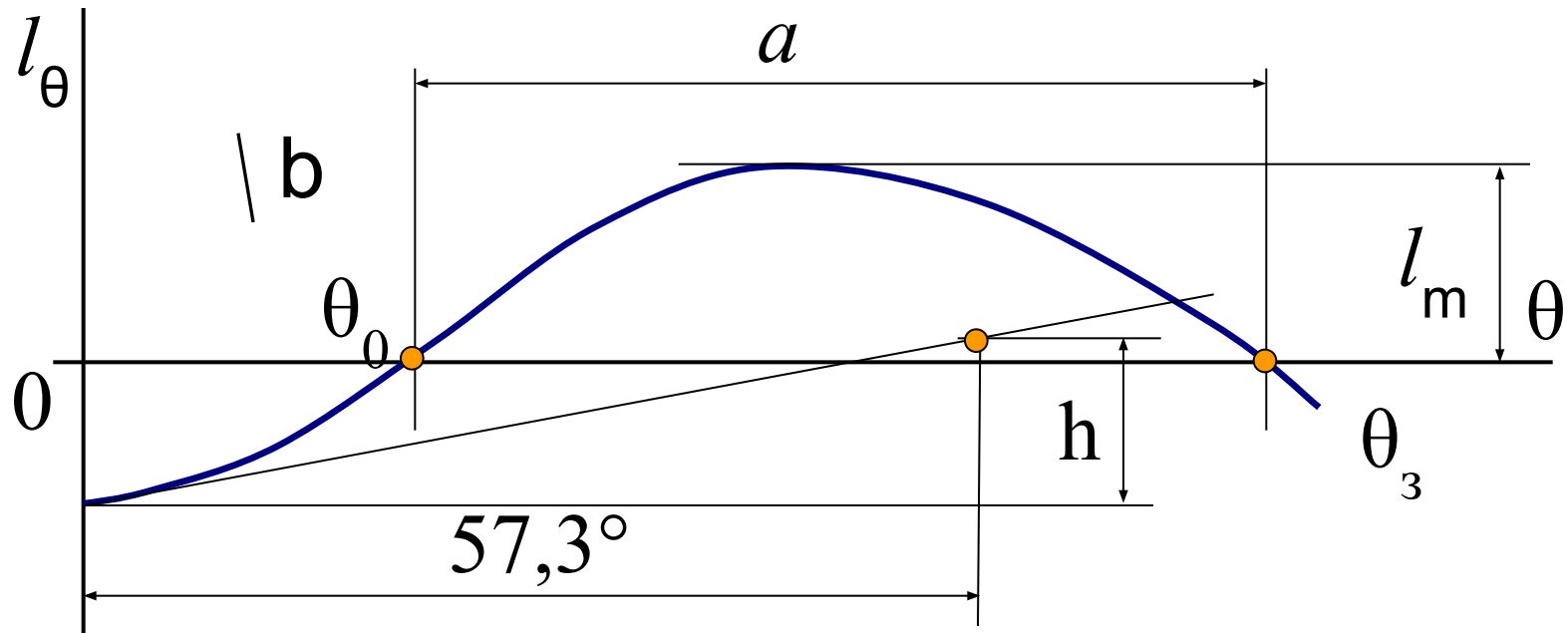
KM\*Ice2 2 AUT1-COMBO LI BWM gas  
carrier type 2G (methane)

- 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

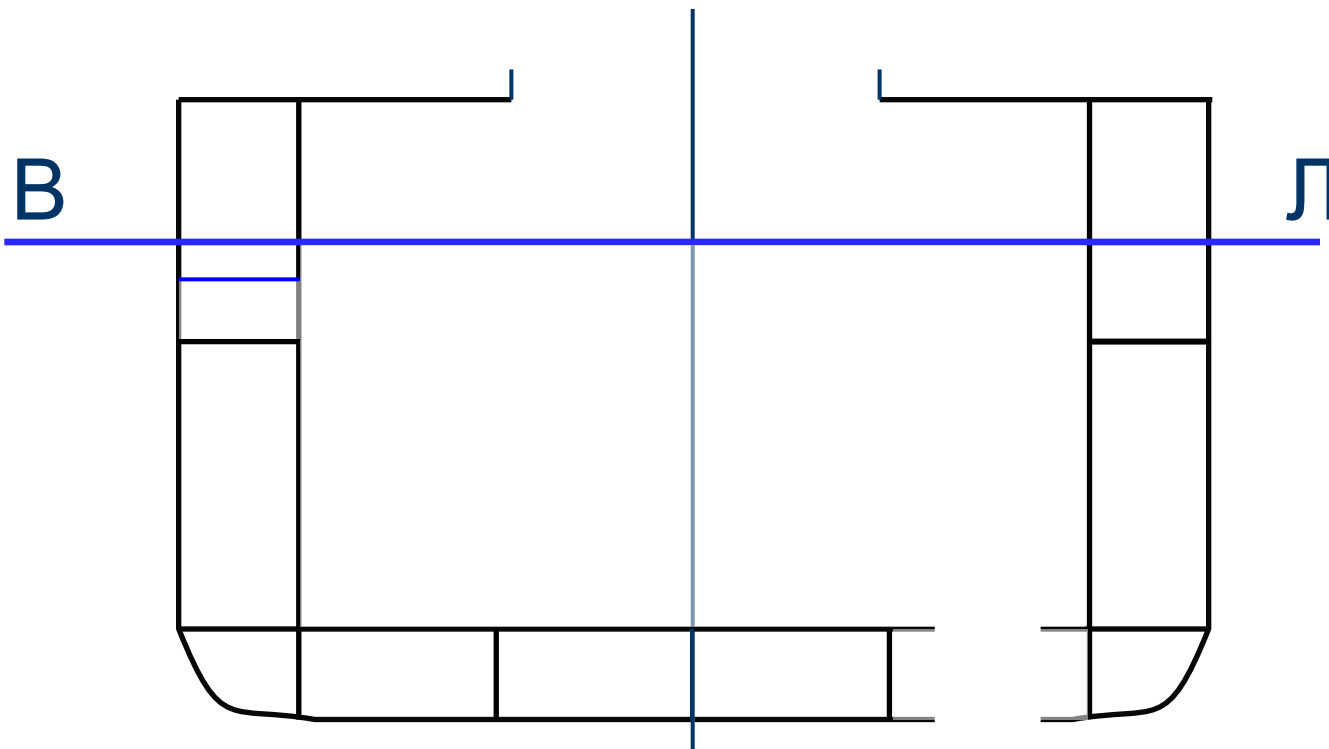
## 2. Классификация затопленных отсеков

# 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.)

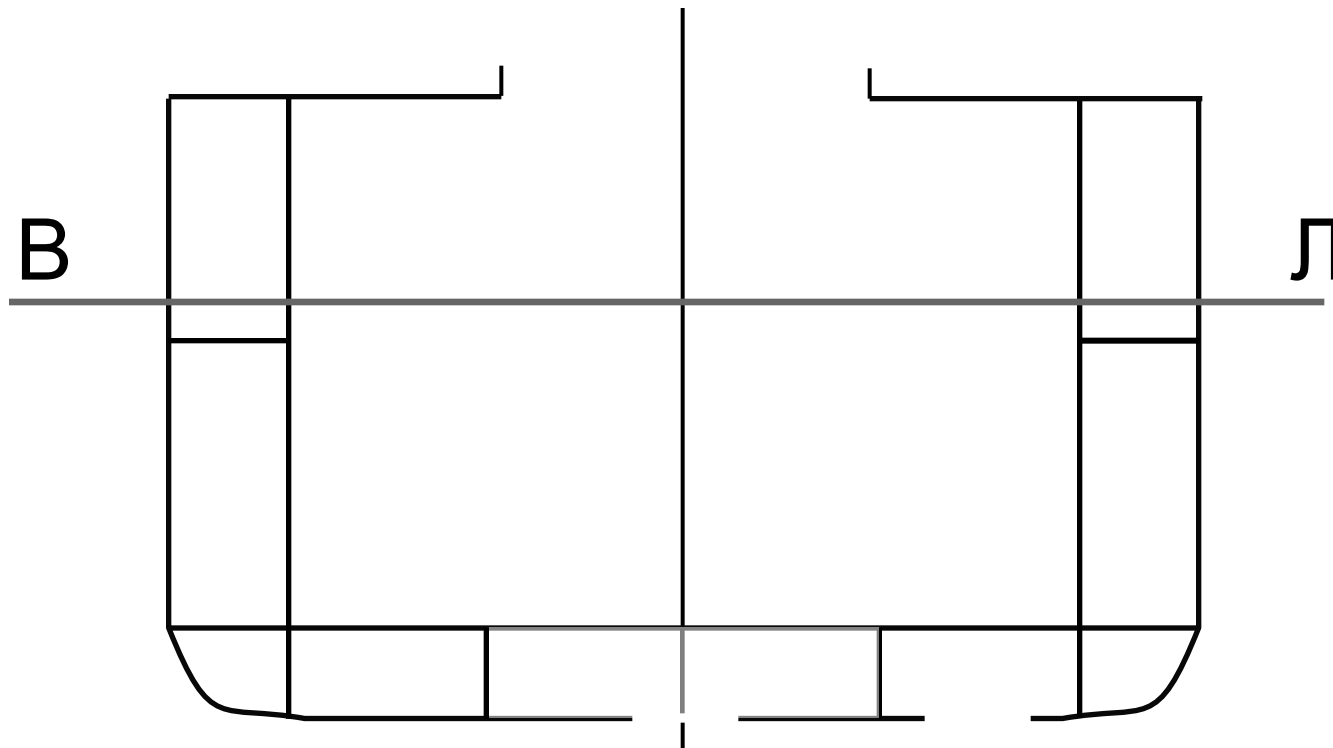


3 категория  
(по ВЛ)

1 категория (полн.)



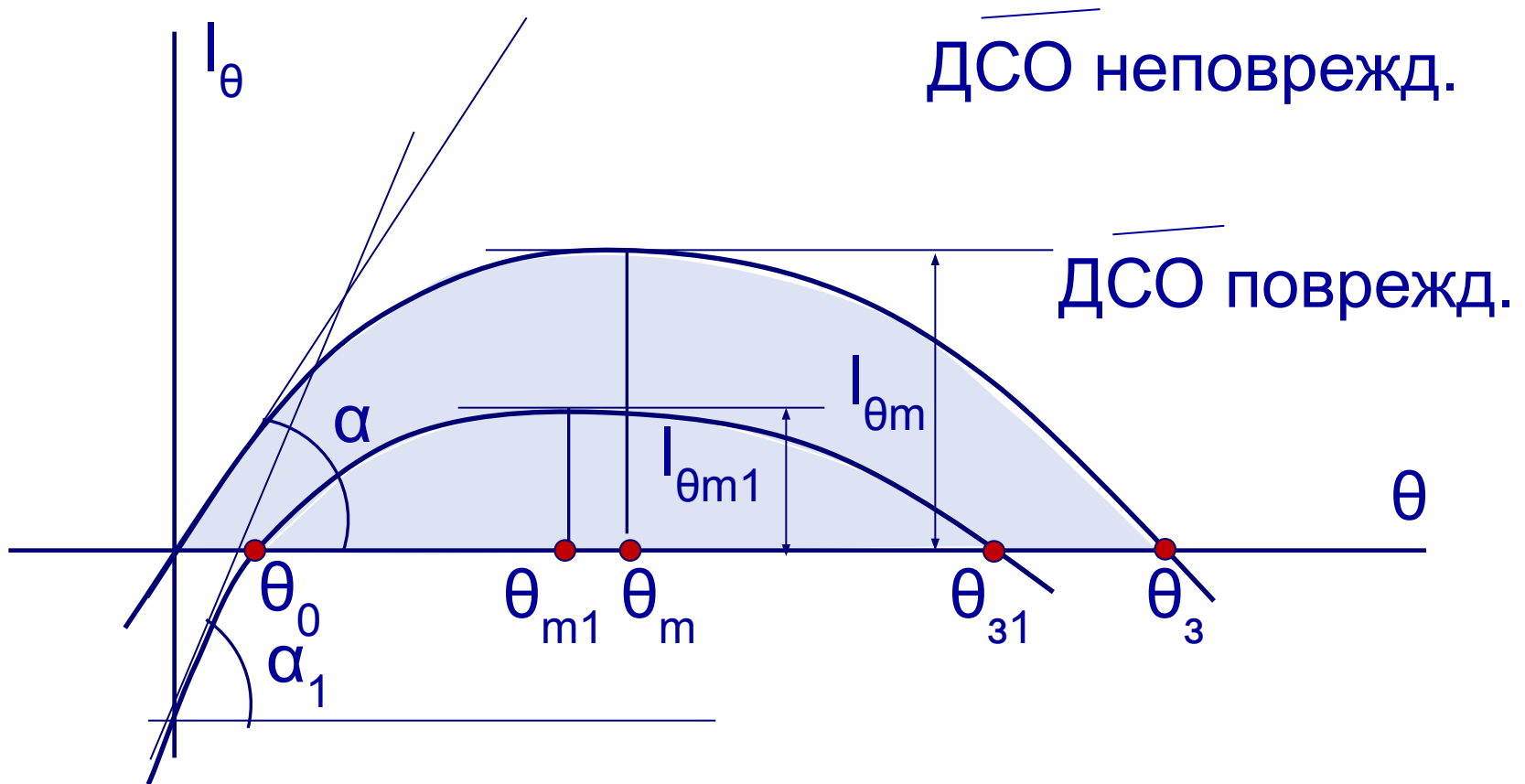
# Затопление отсеков 1 категории



Поперечная метацентрическая высота  
увеличивается

Запас плавучести уменьшается на величину  
объема воды в отсеке

# Влияние затопления отсеков 1 категории на ДСО судна



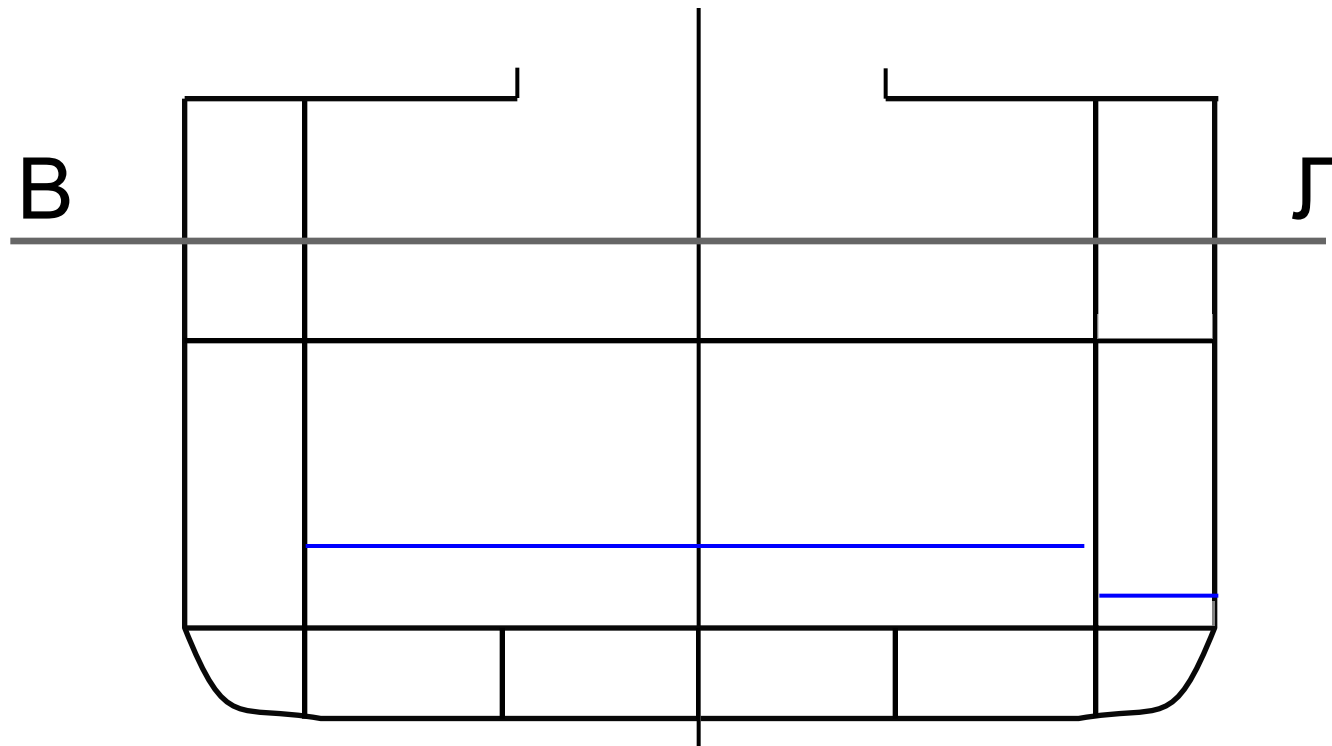
Метацентрическая высота увеличилась ( $\alpha_1 > \alpha_2$ )

# 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

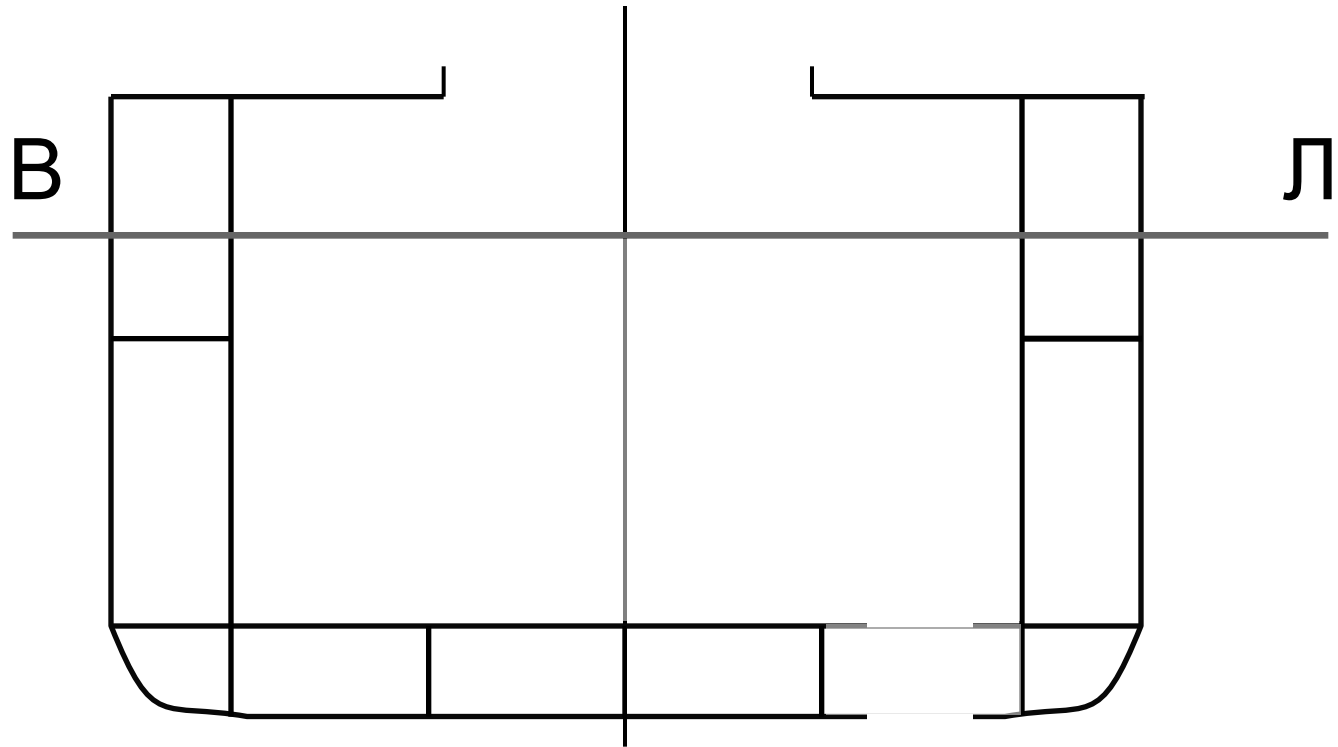


Влияние затопления отсека 2 категории зависит от его расположения, момента инерции площади свободной поверхности воды и уровня заполнения

# 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

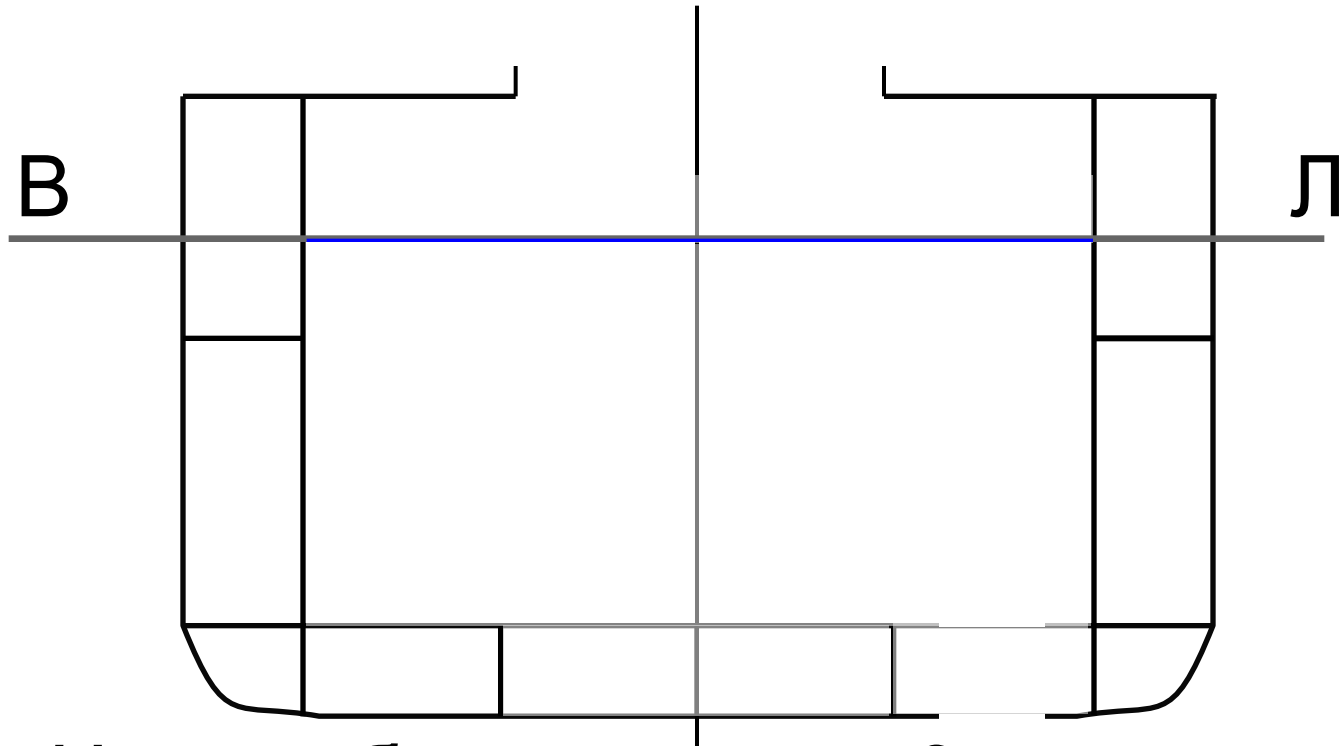


Отсеки 3 категории могут существенно уменьшить запас плавучести судна

# 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

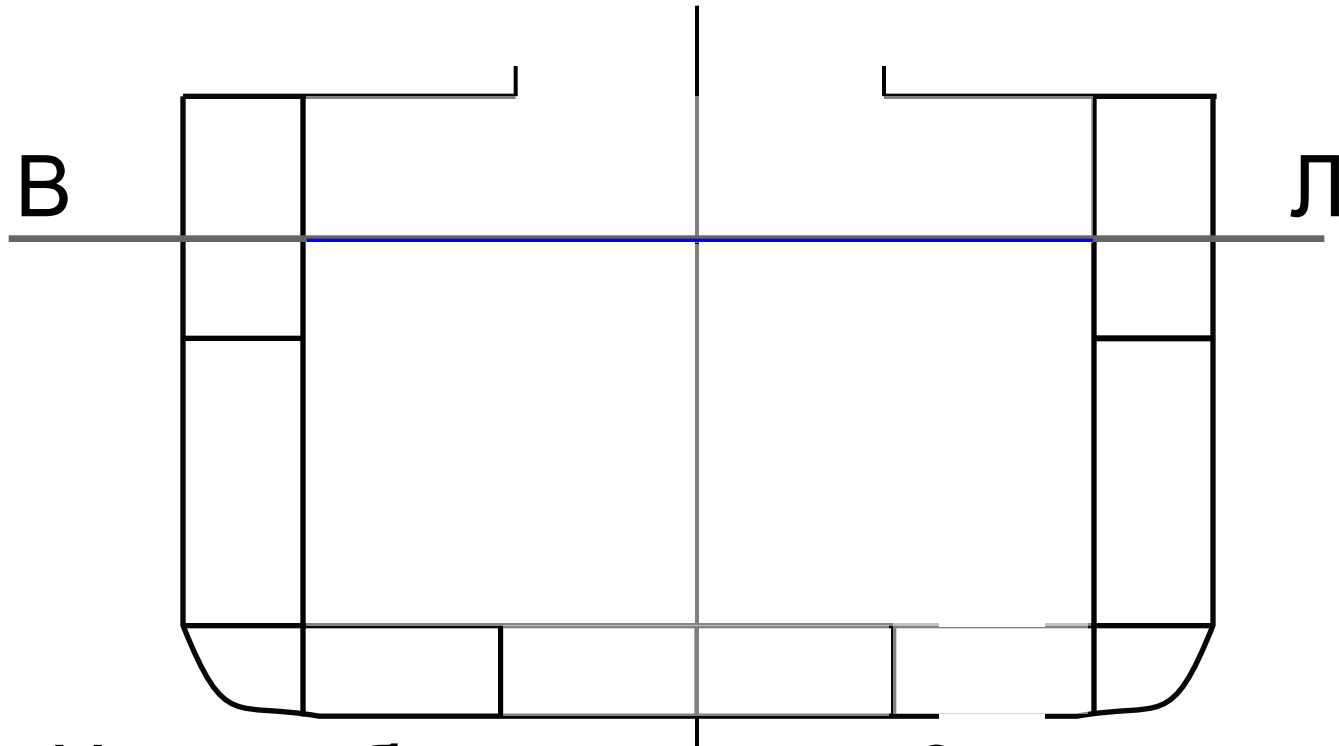
# Изменение запаса плавучести при затоплении отсека 3 категории



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:

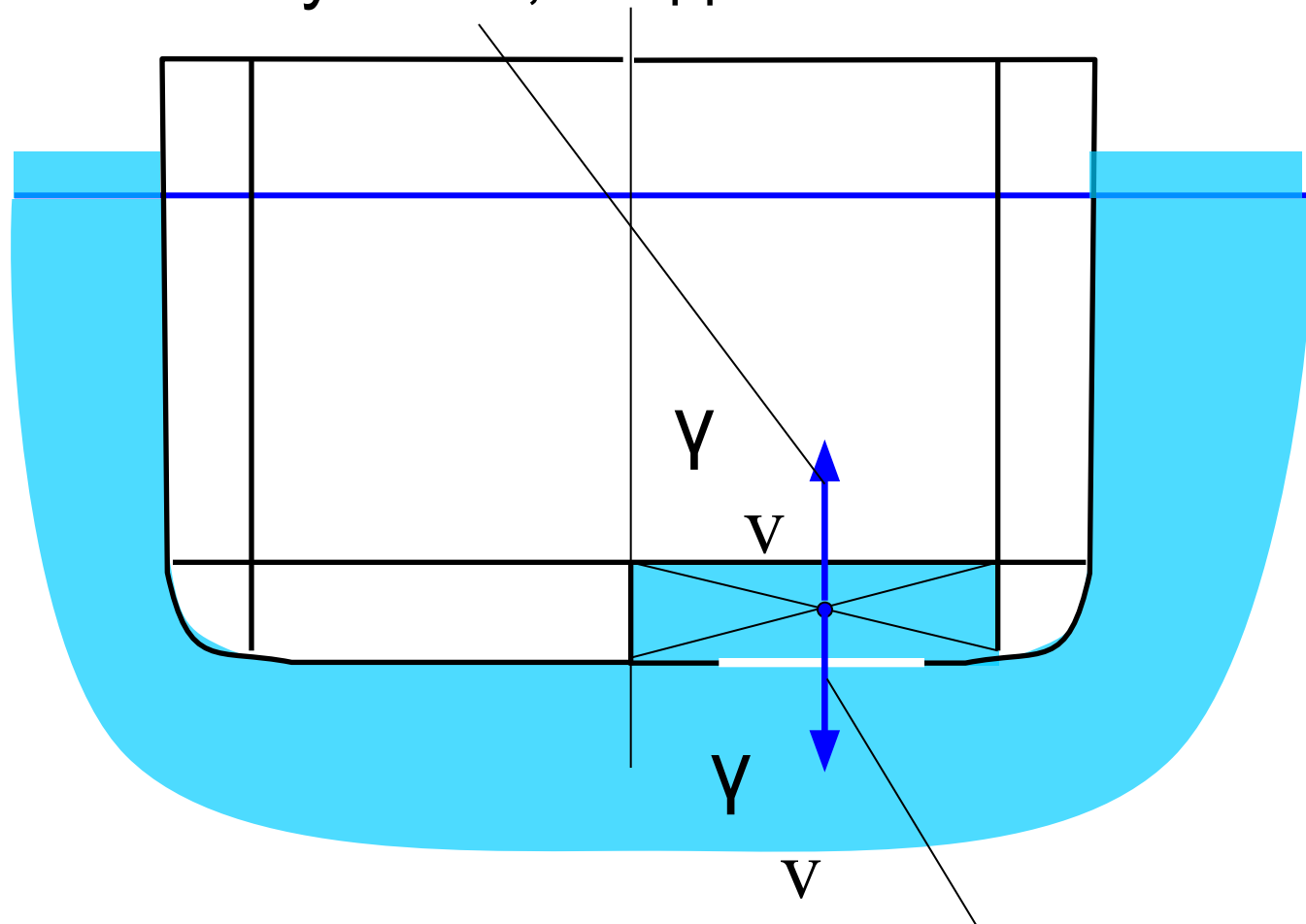
1. Метод приема груза
2. Метод исключения - (Метод постоянного водоизмещения)
  - В типовых и проектных расчетах обычно используют метод постоянного водоизмещения

# Метод приема груза

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



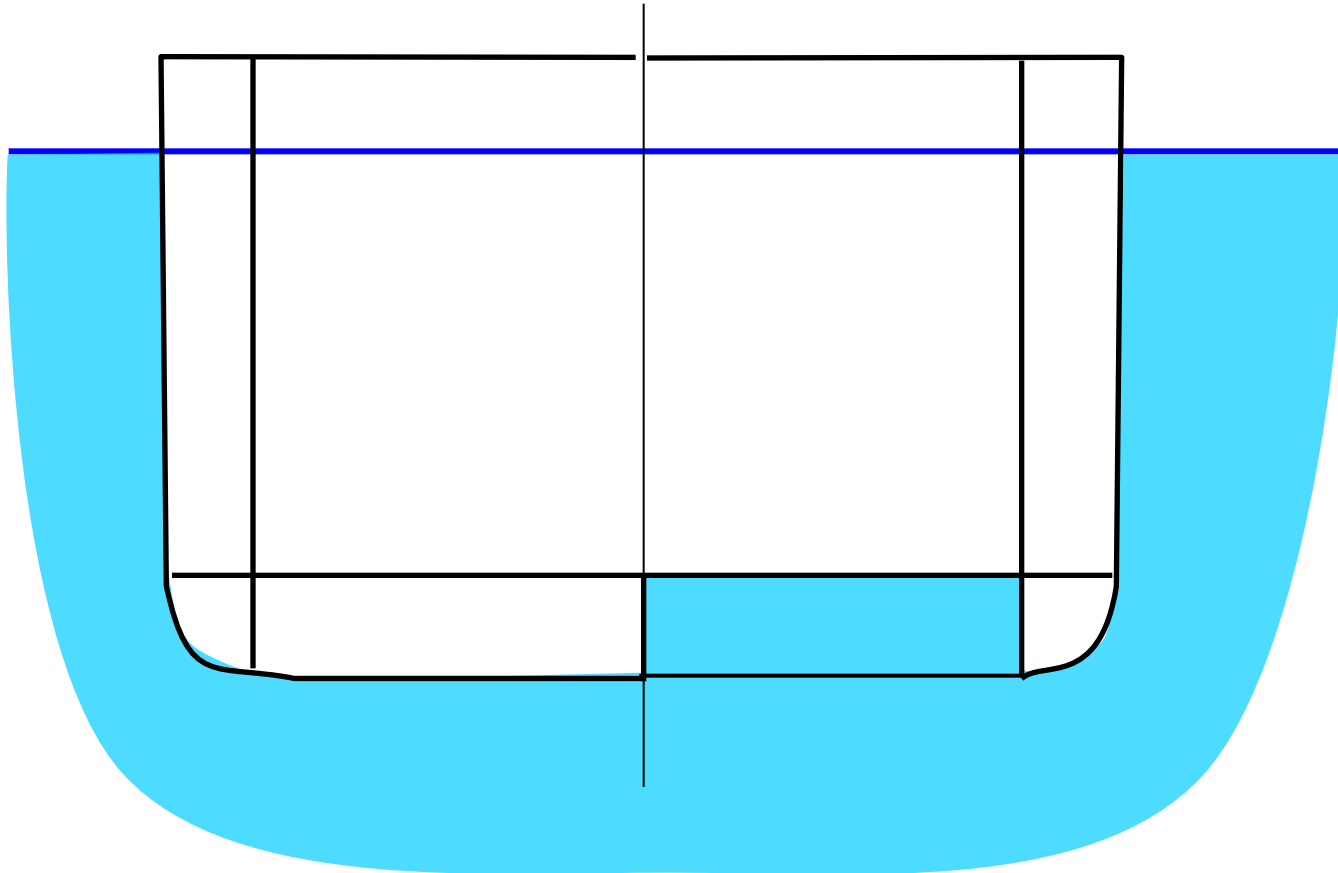
# Сила плавучести, создаваемая объемом отсека



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 ( $\Delta, x_g, z_g$ ) остается такой же, как у судна до повреждения

# Задание на СМЗ

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

Конец