

**ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова**

**Факультет навигации и связи**

**Кафедра МиУС**

**Коротков Б.П.**

**Теория судна. Статика**

**Лекция № 9**

**Динамические наклоны  
судна при его эксплуатации**



# Вопросы лекции

1. Динамические наклоны при различных вариантах посадки
2. Использование ДДО
3. Поперечное спрямление судна, имеющего отрицательную начальную остойчивость

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

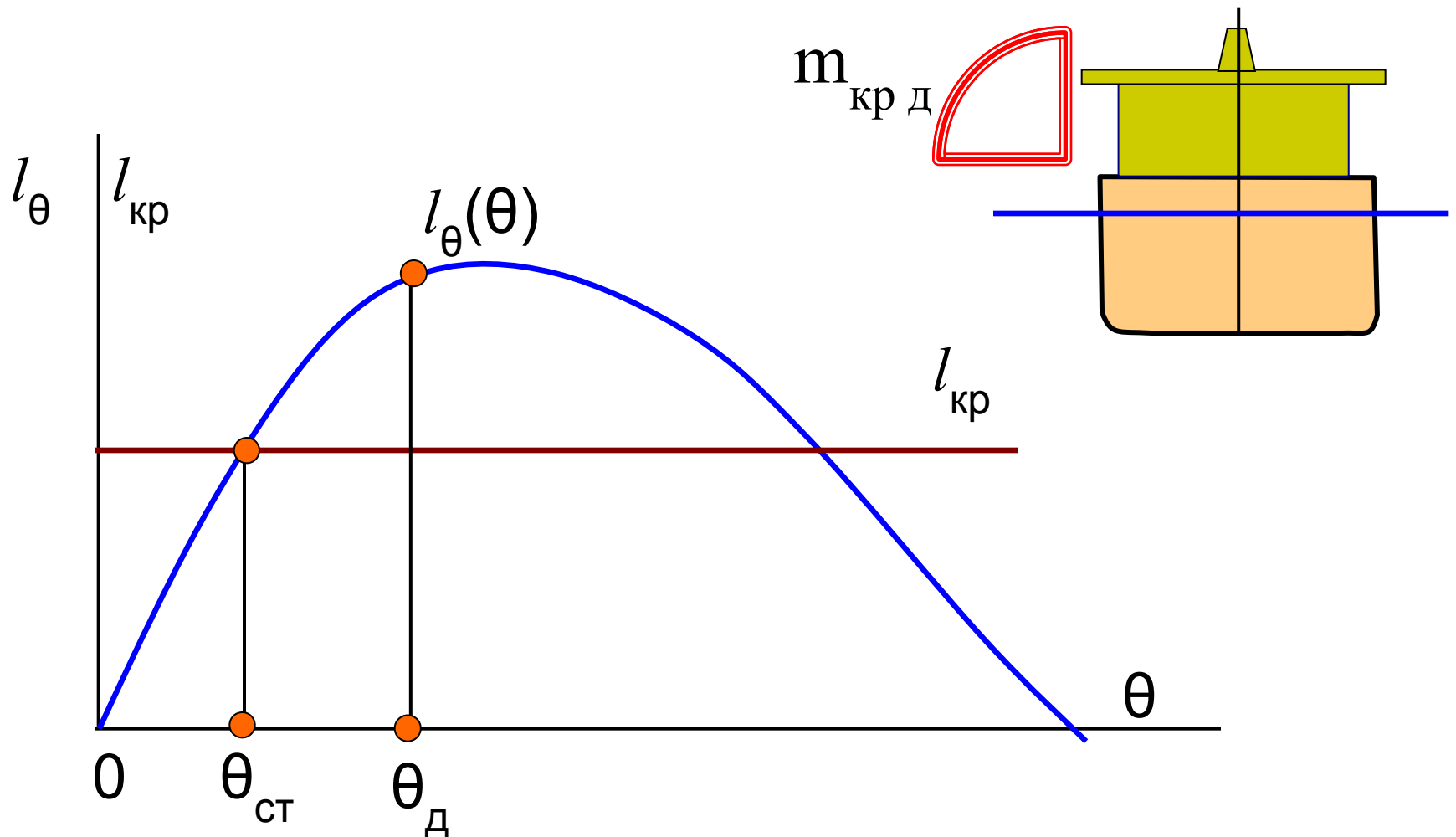
1. Знание влияния груза, включая тяжеловесные грузы, на мореходность и остойчивость судна
2. Рабочее знание и применение информации об остойчивости, посадке и напряжениях, диаграмм и устройств для расчета напряжений в корпусе

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

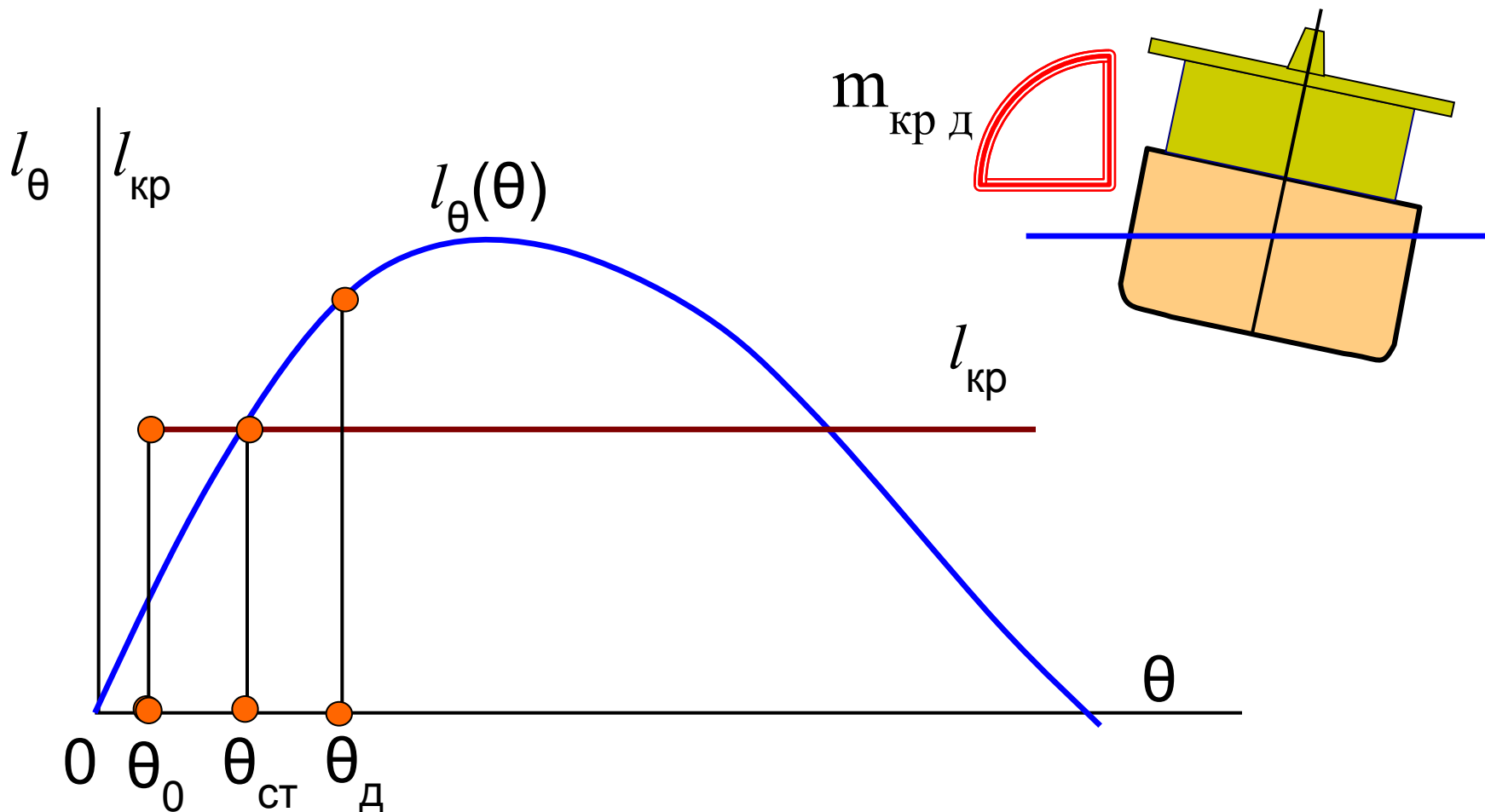
1. Понимание основных принципов устройства судна, теорий и факторов, влияющих на посадку и остойчивость, а также мер, необходимых для обеспечения безопасной посадки и остойчивости
2. Использование диаграмм остойчивости и дифферента и устройств для расчета напряжений в корпусе, включая автоматическое оборудование, использующее базу данных, и знание правил погрузки и балластировки, для того чтобы удерживать напряжения в корпусе в приемлемых пределах

# 1. Динамические наклоны при различных вариантах посадки

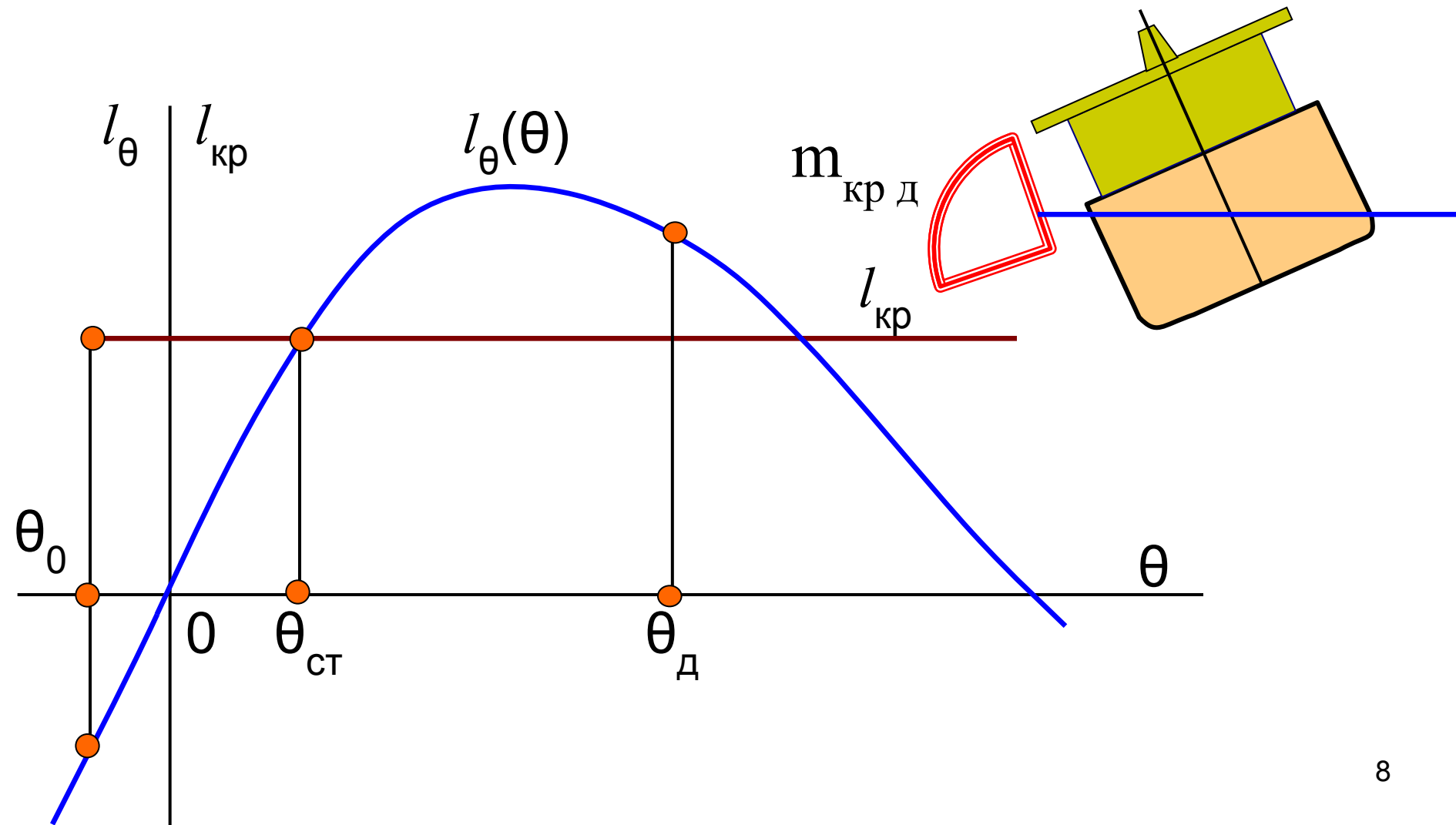
# Судно сидит прямо $\theta_0 = 0$



# Судно сидит с креном на подветренный борт $\theta_0 > 0$



# Судно сидит с креном на наветренный борт $\theta_0 < 0$





# При создании кренящего момента шквальным ветром:

- Наибольший угол динамического крена судно приобретет в случае посадки с креном на наветренный борт
- Наименьший угол динамического крена будет у судна, сидящего с креном на подветренный борт

## 2. Использование диаграммы динамической остойчивости для определения предельного выдерживаемого судном динамического момента

В упрощенных задачах считают, что

$m_{кр д}$  не зависит от крена

- В этом случае работа динамического кренящего момента:  $A_{\theta} = m_{кр д} \cdot \theta$
- Относительная работа постоянного динамического кренящего момента:

$$l_{д} = \frac{A_{\theta}}{P} = \frac{m_{кр д} \theta}{P} = l_{кр д} \theta$$

- $l_{кр д} = const$ , - плечо динамического кренящего момента

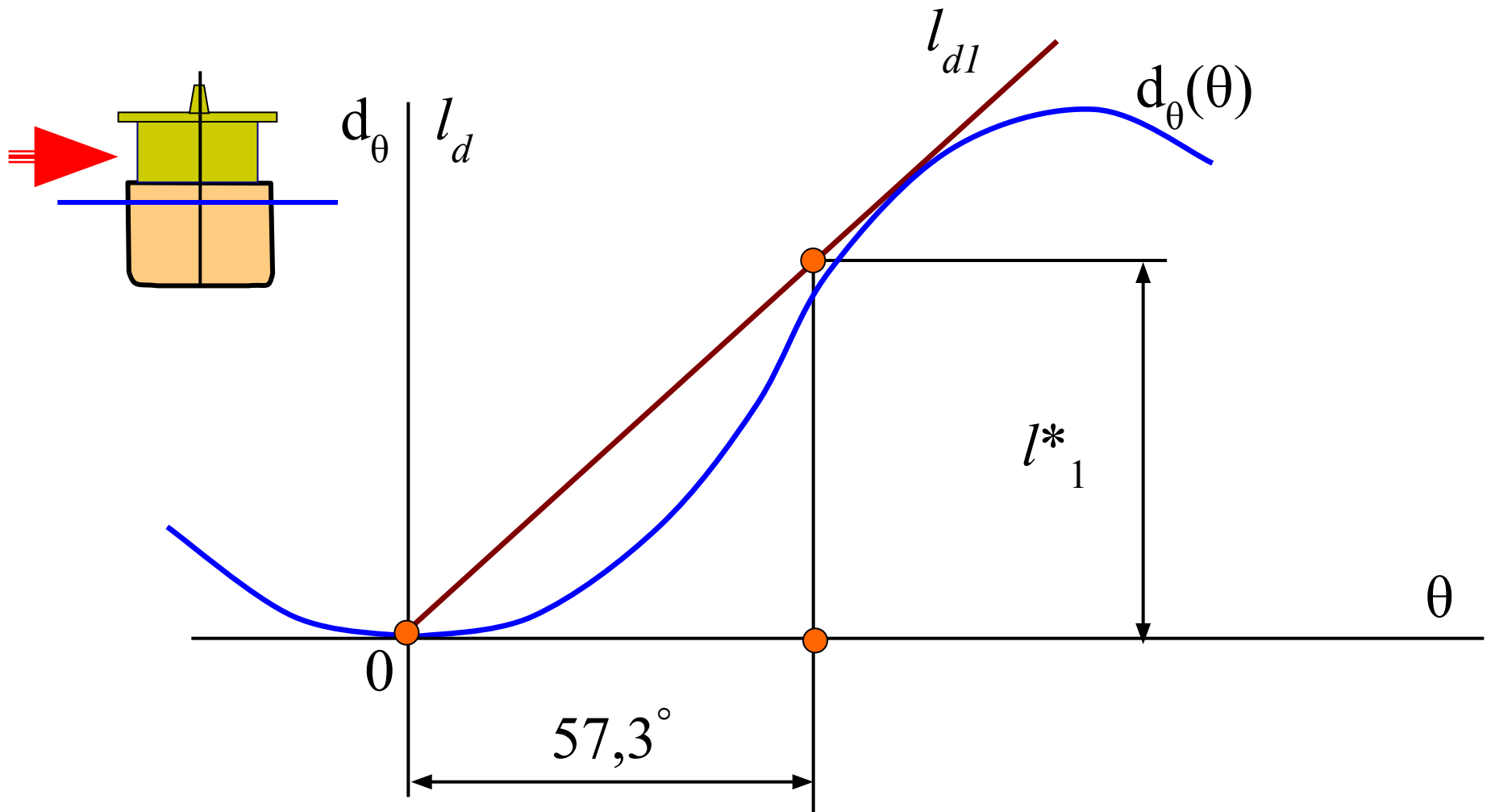
# Определение угла динамического крена судна

- На ДДО  $d_{\theta}(\theta)$  наносится график (прямая линия)  $I_d(\theta) = l_{кр д} \theta$
- Точка пересечения ДДО с графиком  $I_d(\theta)$  соответствует равенству работ кренящего и восстанавливающего моментов:  $d_{\theta} = I_d$  ( $A_{\theta} = U_{\theta}$ )
- Эта точка соответствует  $\theta_{д}$

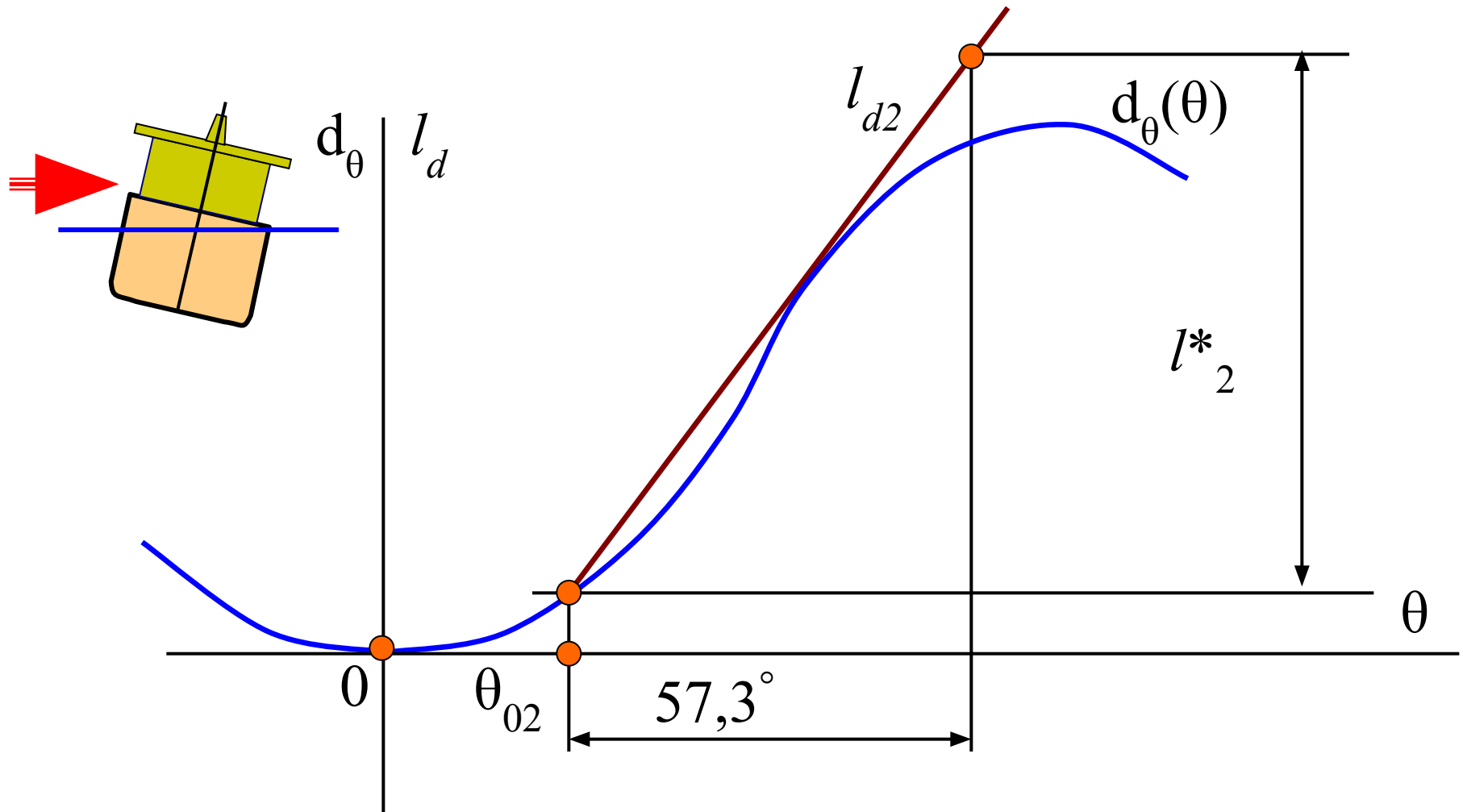
# Определение предельного динамического кренящего момента

- График относительной работы постоянного предельного момента – прямая линия, касательная к ДДО
- $l^*$  и  $m^* = l^* \cdot P = l^* \cdot g\Delta$  - плечо предельного момента и сам предельный динамический момент, выдерживаемый судном

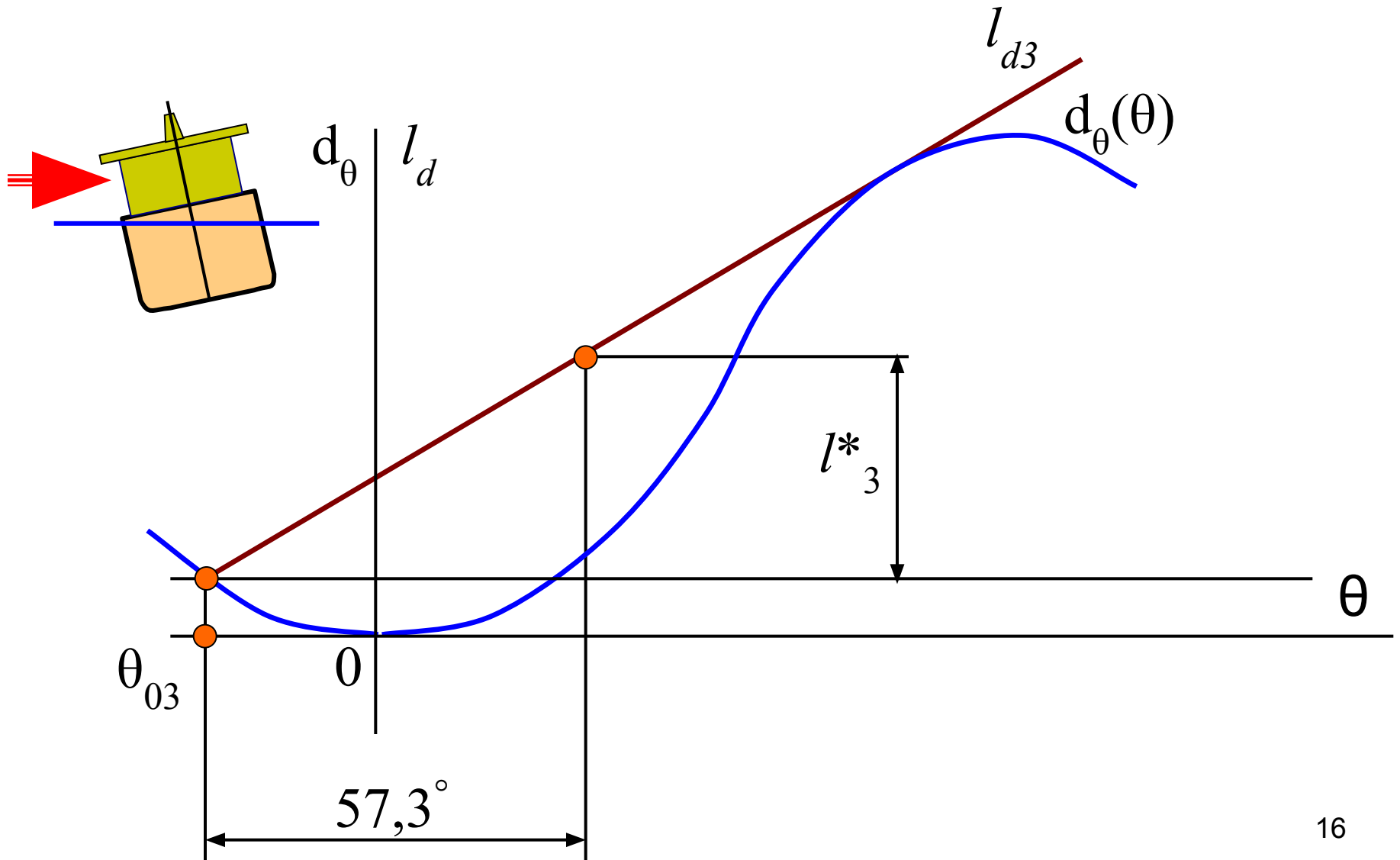
# Исходная посадка прямо $\theta_1=0$



# Крен на подветренный борт $\theta_{02} > 0$

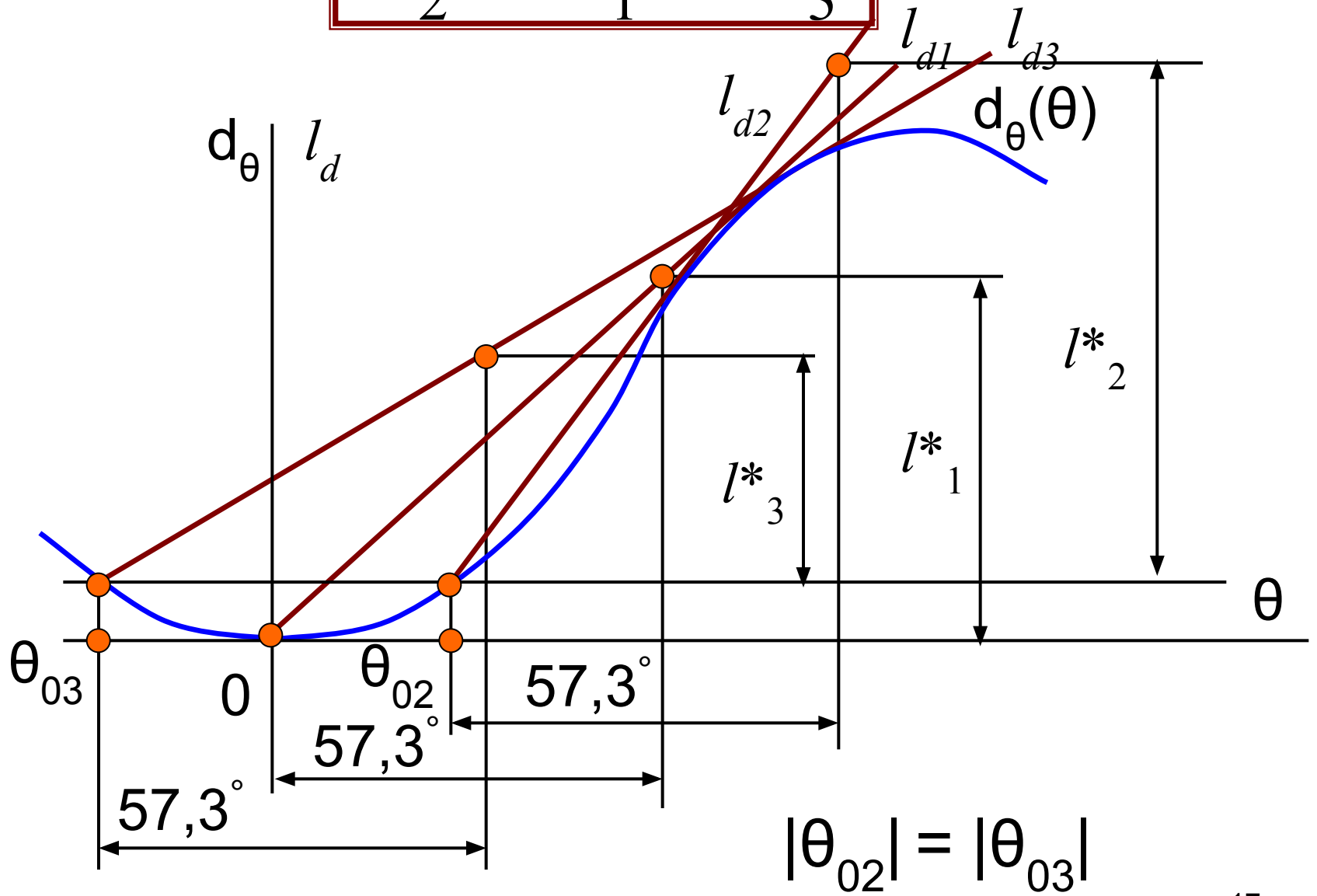


# Крен на наветренный борт $\theta_{03} < 0$





$$l^*_2 > l^*_1 > l^*_3$$



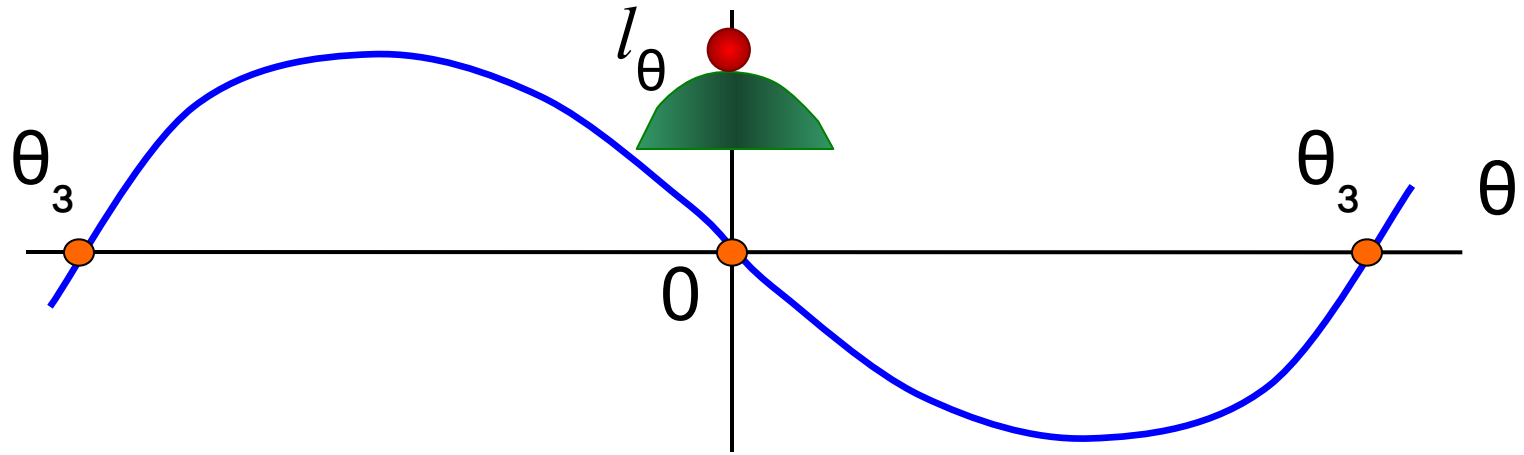
- При прочих равных условиях наибольший динамический кренящий момент выдержит судно, имевшее начальный крен на подветренный борт
- Предельный, выдерживаемый судном динамический кренящий момент в нормировании остойчивости называют опрокидывающим моментом  $M_{\text{опр}}$

3. Поперечное спрямление судна,  
имеющего отрицательную  
начальную остойчивость

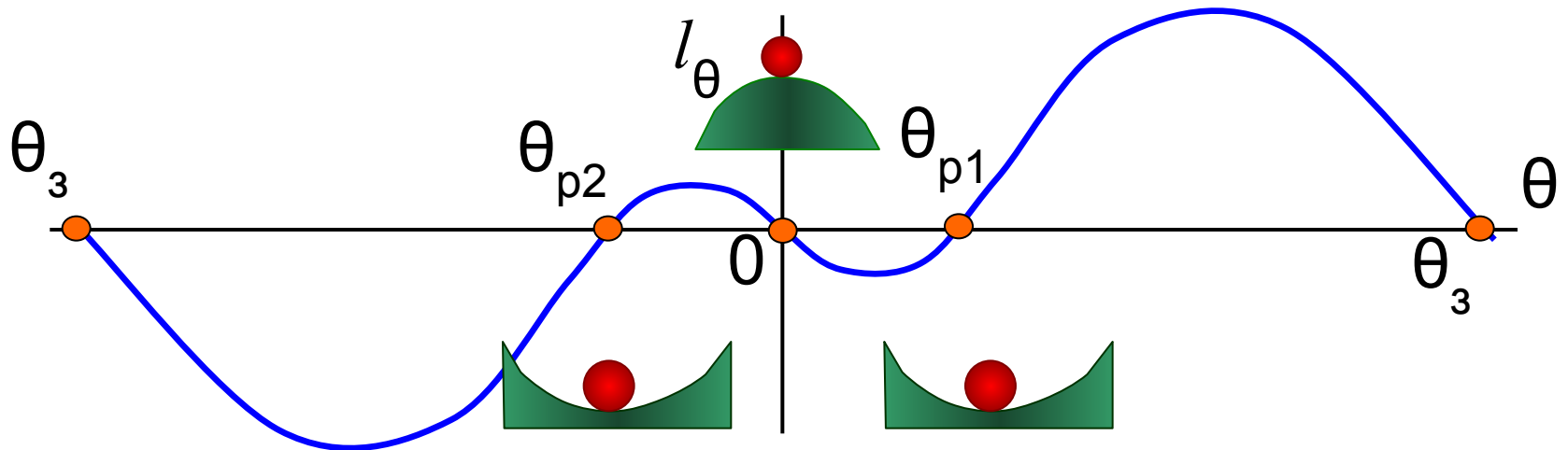
# Потеря начальной остойчивости:

- Поперечная метацентрическая высота судна отрицательна:  $h < 0$
- Судно может при этом сохранить положительную остойчивость на больших наклонениях

# Полная потеря устойчивости



# Потеря только начальной устойчивости



# Потеря только начальной остойчивости

- Судно не устойчиво в прямом положении при  $\theta_0 = 0$
- Судно имеет два устойчивых равновесных положения:
  - С креном  $\theta_{p1} > 0$  (на ПБ)
  - С креном  $\theta_{p2} < 0$  (на ЛБ)
- При симметричной нагрузке  $|\theta_{p1}| \approx |\theta_{p2}|$

# Способность судна к переваливанию

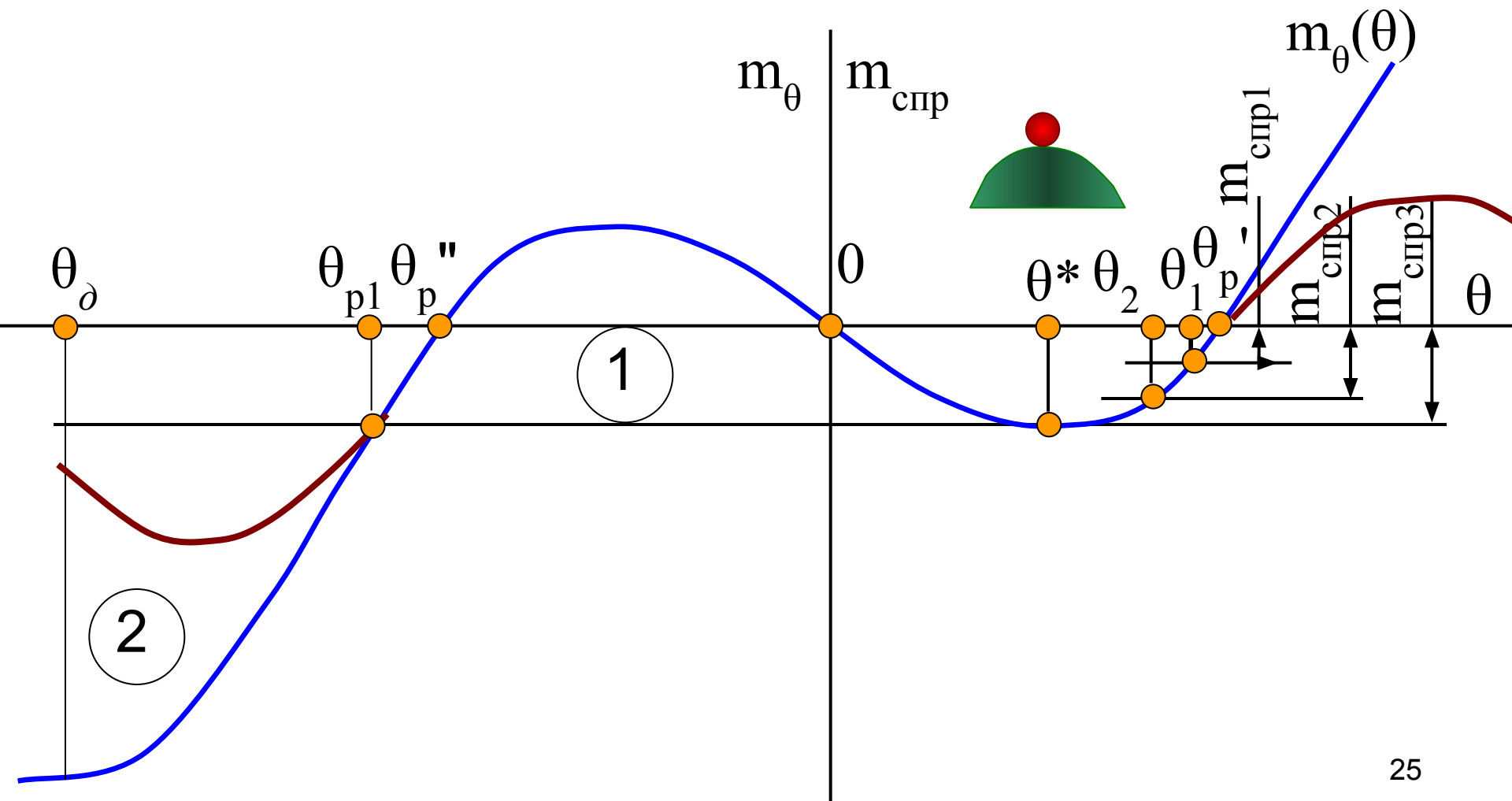
- Судно сидит с креном  $\theta_{p1}$  на ПБ, либо  $\theta_{p2}$  на ЛБ в зависимости от случайных обстоятельств
- Под действием одиночной волны или др. причин судно может перевалиться на противоположный борт
- Признак потери начальной устойчивости - способность судна к переваливанию

# Спрямление судна, потерявшего начальную остойчивость

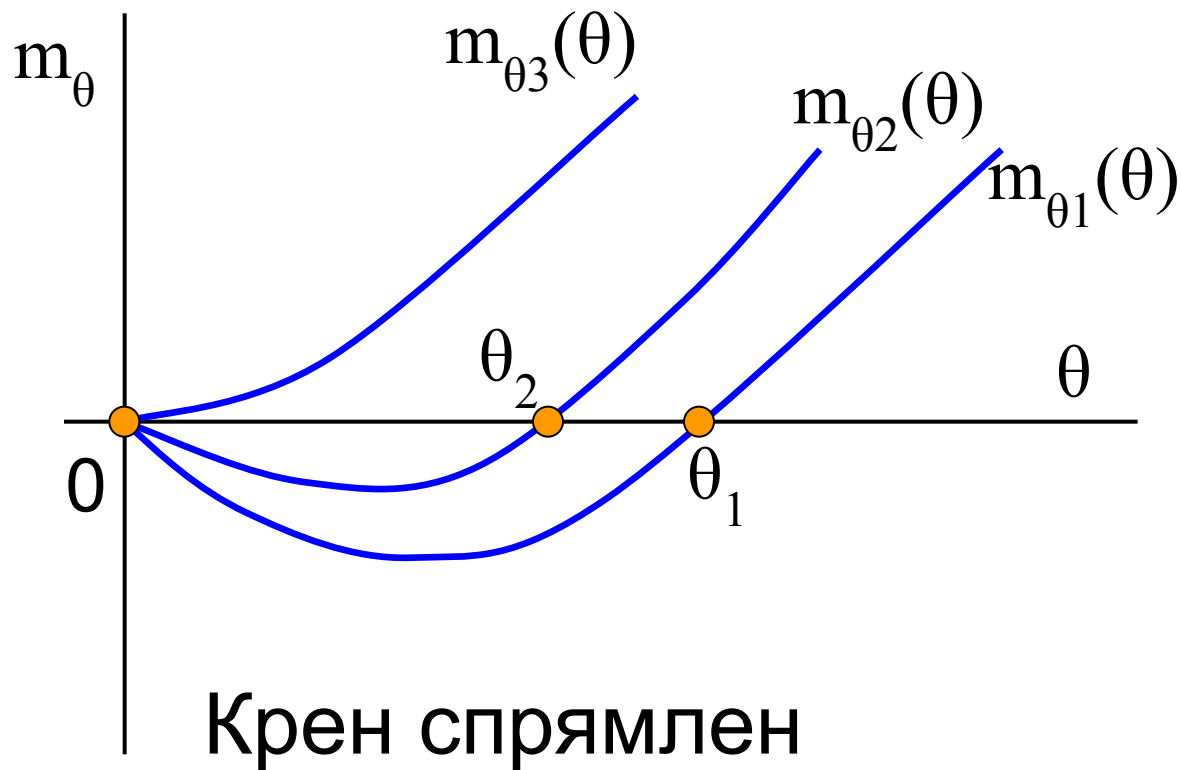
- Для спрямление судна необходимо восстановить остойчивость (например, приемом балласта в симметричные цистерны второго дна)
- Прикладывание спрямляющих моментов (перекачка жидких грузов с борта на борт) не только бесполезно, но и опасно



# Попытка спрямления прикладыванием спрямляющих МОМЕНТОВ



# Спрямление восстановлением ОСТОЙЧИВОСТИ



- Авария и гибель плавбазы  
«Александр Обухов» 6 мая 1982г



# Плавбаза «Александр Обухов»

- $\Delta=14875$  т по летнюю грузовую марку
- Год постройки 1962, Ленинград
- 1969 г – переоборудовано в плавучий консервный завод
- 1982 г – подготовка к очередному ремонту, судно стояло у причала во Владивостоке, имея водоизмещение около 9800 т

# Обстоятельства гибели судна

- Судно имело крен  $2 - 3^\circ$ , легко переходивший с борта на борт
- Вечером 5 мая вахтенные механики и мотористы несколько раз пытались спрямить крен перекачкой балласта с борта на борт
- Судно переваливалось с борта на борт, крен возрастал, достигая  $10 - 12^\circ$

# Обстоятельства гибели судна

- Ночью 6 мая крен стал возрастать вследствие распространения воды по настилу второго дна из за нарушения герметичности балластной цистерны
- Последняя попытка спрямить судно привела к его опрокидыванию
- Глубина места не позволила судну перевернуться







# Задание на самостоятельную работу

- Закрепить учебный материал: учебник «Теория судна. Статика» стр. стр. 85-94 проработать
- Самостоятельно изучить вопрос: «Определение ветрового крена», стр. стр. 94 - 95

Конец