

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)

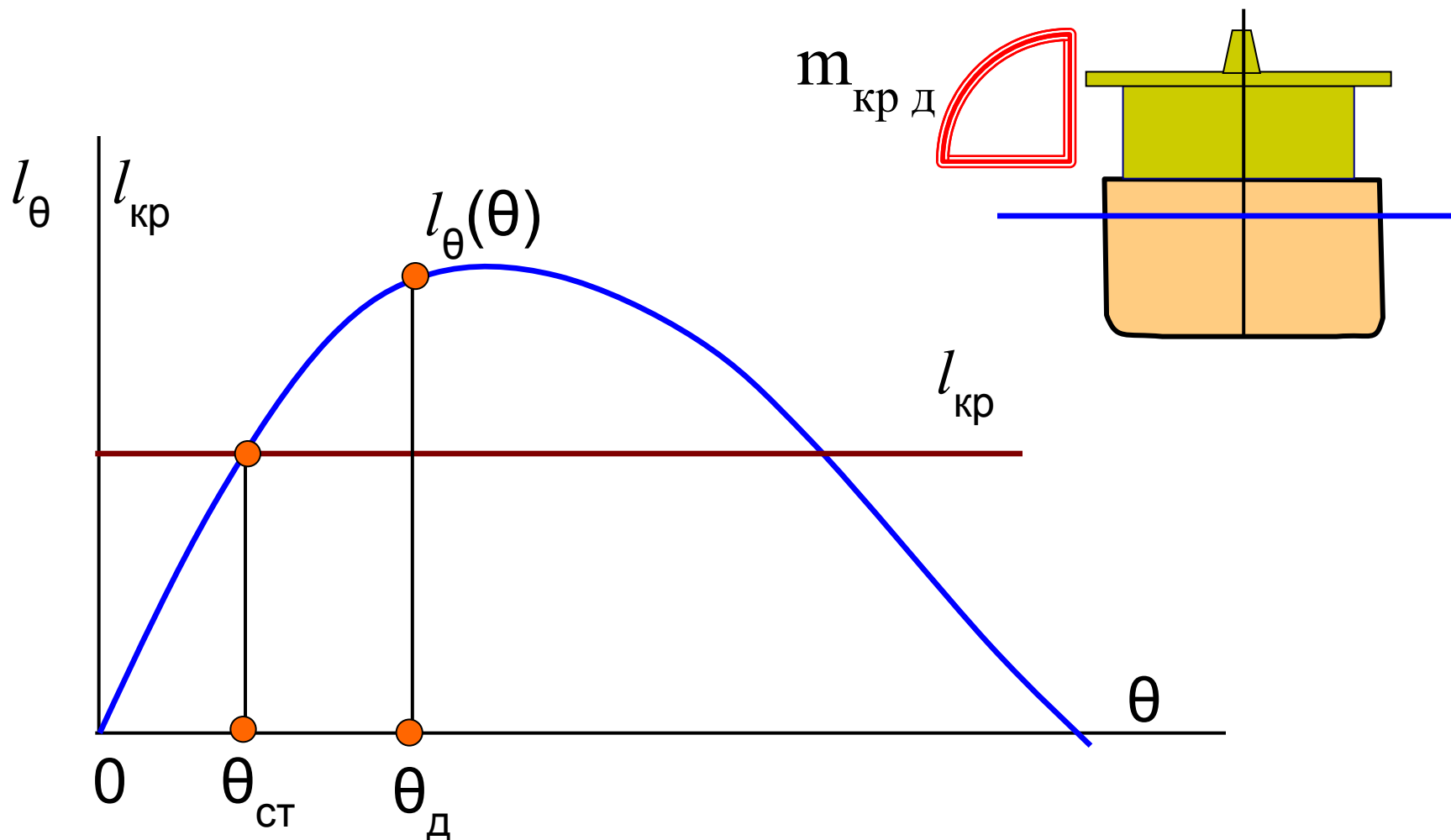
1. Знание влияния груза, включая тяжеловесные грузы, на мореходность и остойчивость судна
2. Рабочее знание и применение информации об остойчивости, посадке и напряжениях, диаграмм и устройств для расчета напряжений в корпусе

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

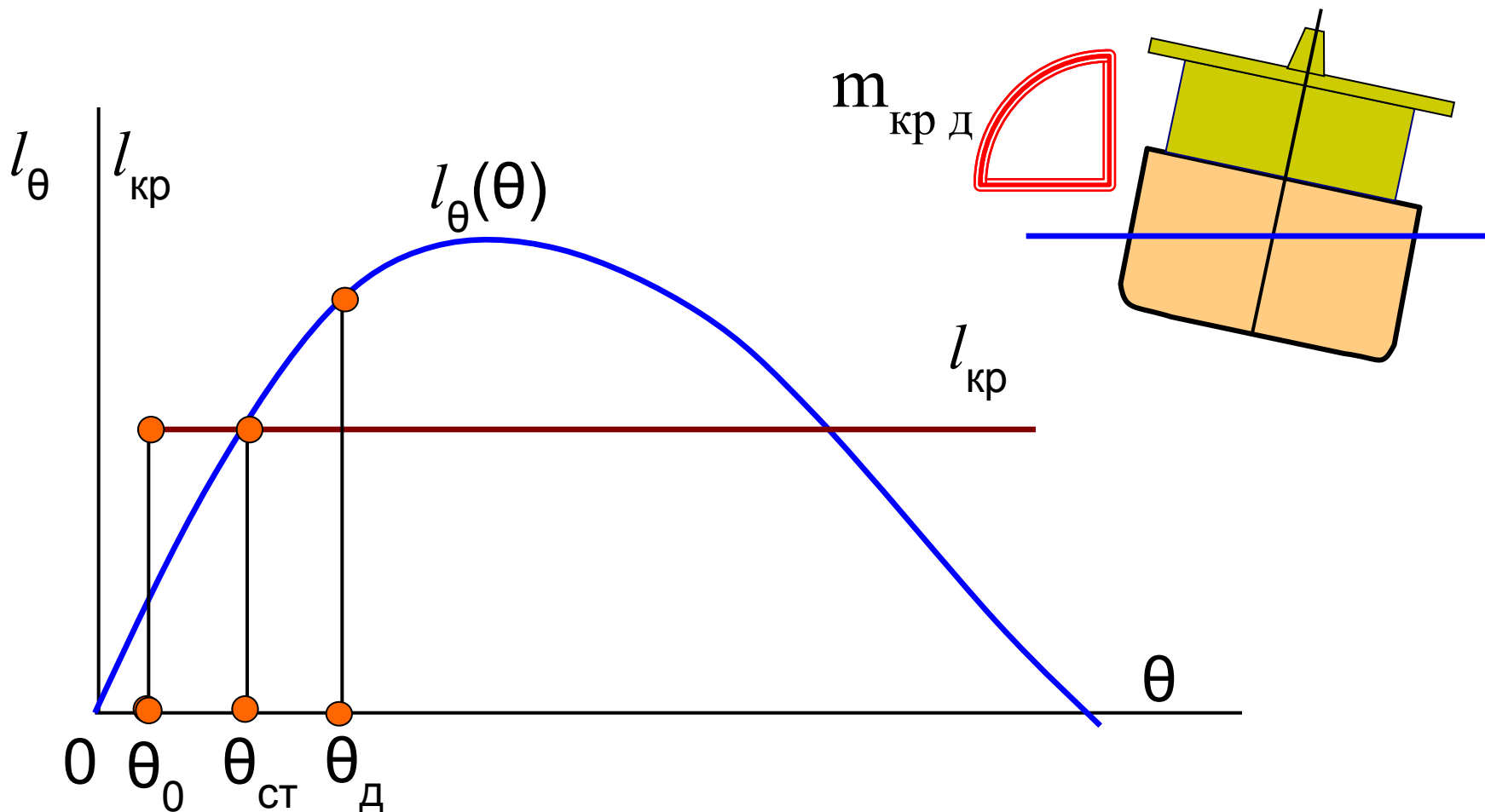
1. Понимание основных принципов устройства судна, теорий и факторов, влияющих на посадку и остойчивость, а также мер, необходимых для обеспечения безопасной посадки и остойчивости
2. Использование диаграмм остойчивости и дифферента и устройств для расчета напряжений в корпусе, включая автоматическое 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

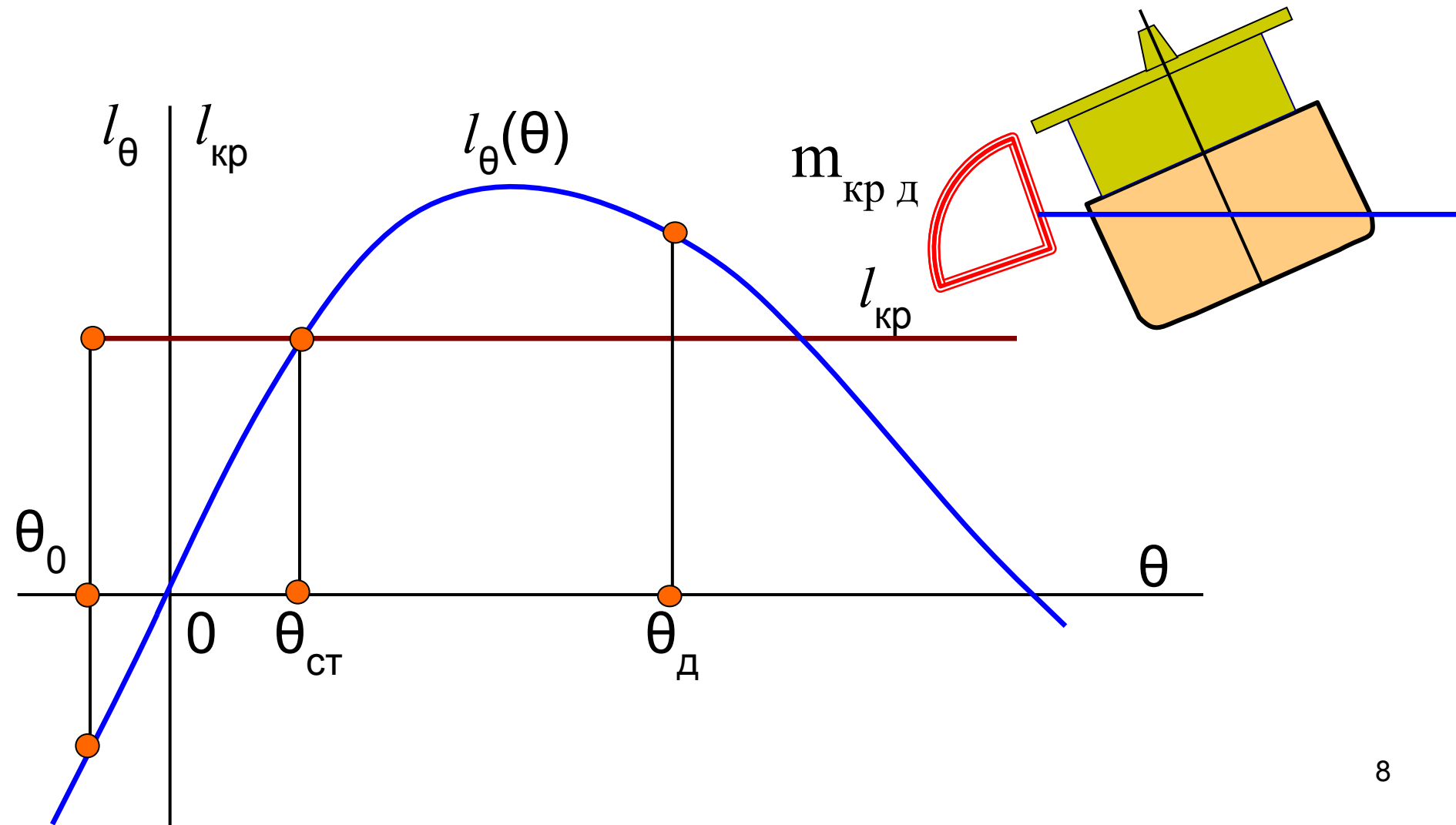
Судно сидит прямо $\theta_0 = 0$



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:

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

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

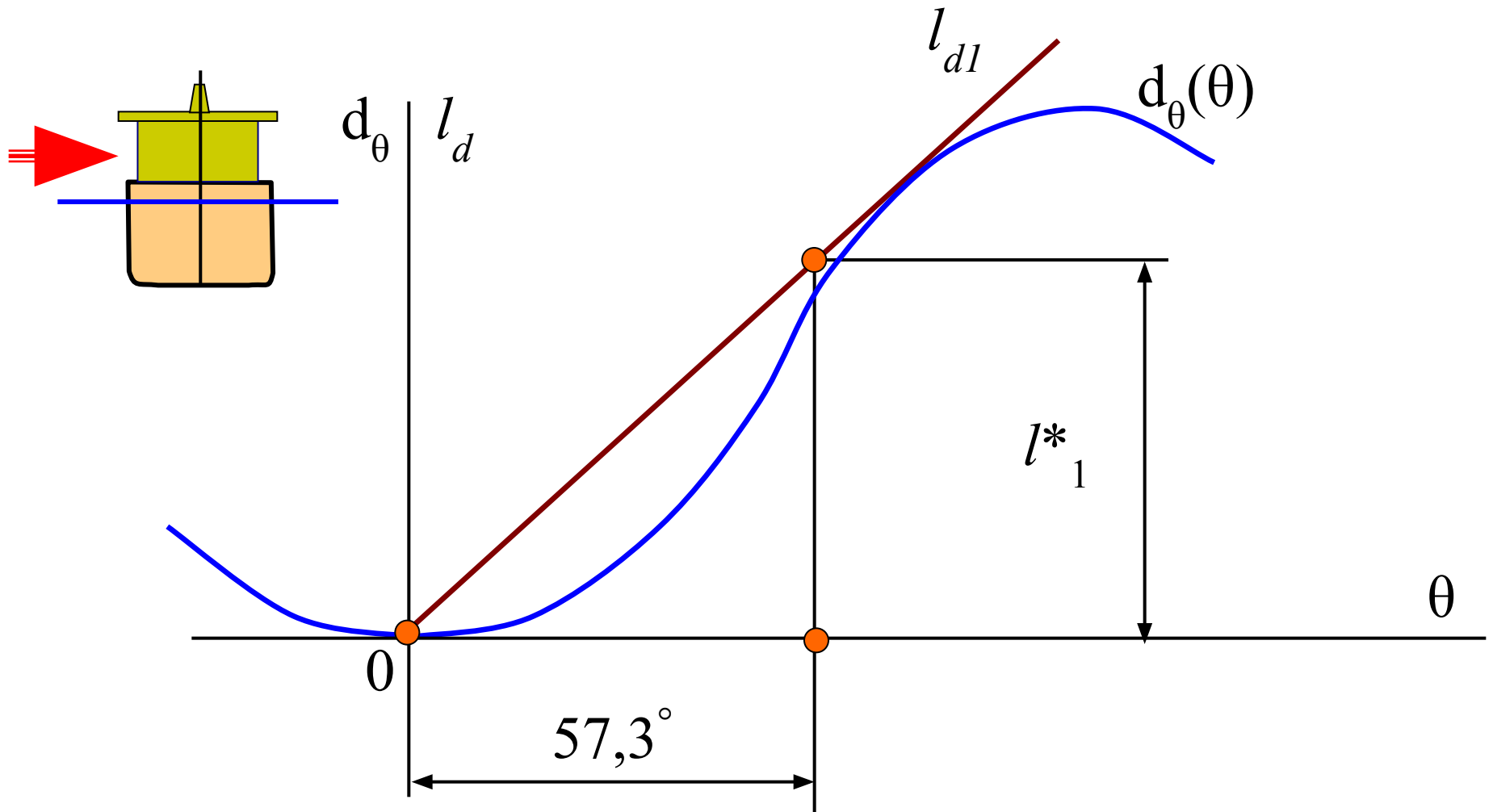
Определение угла динамического крена судна

- 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 $\theta_{д}$

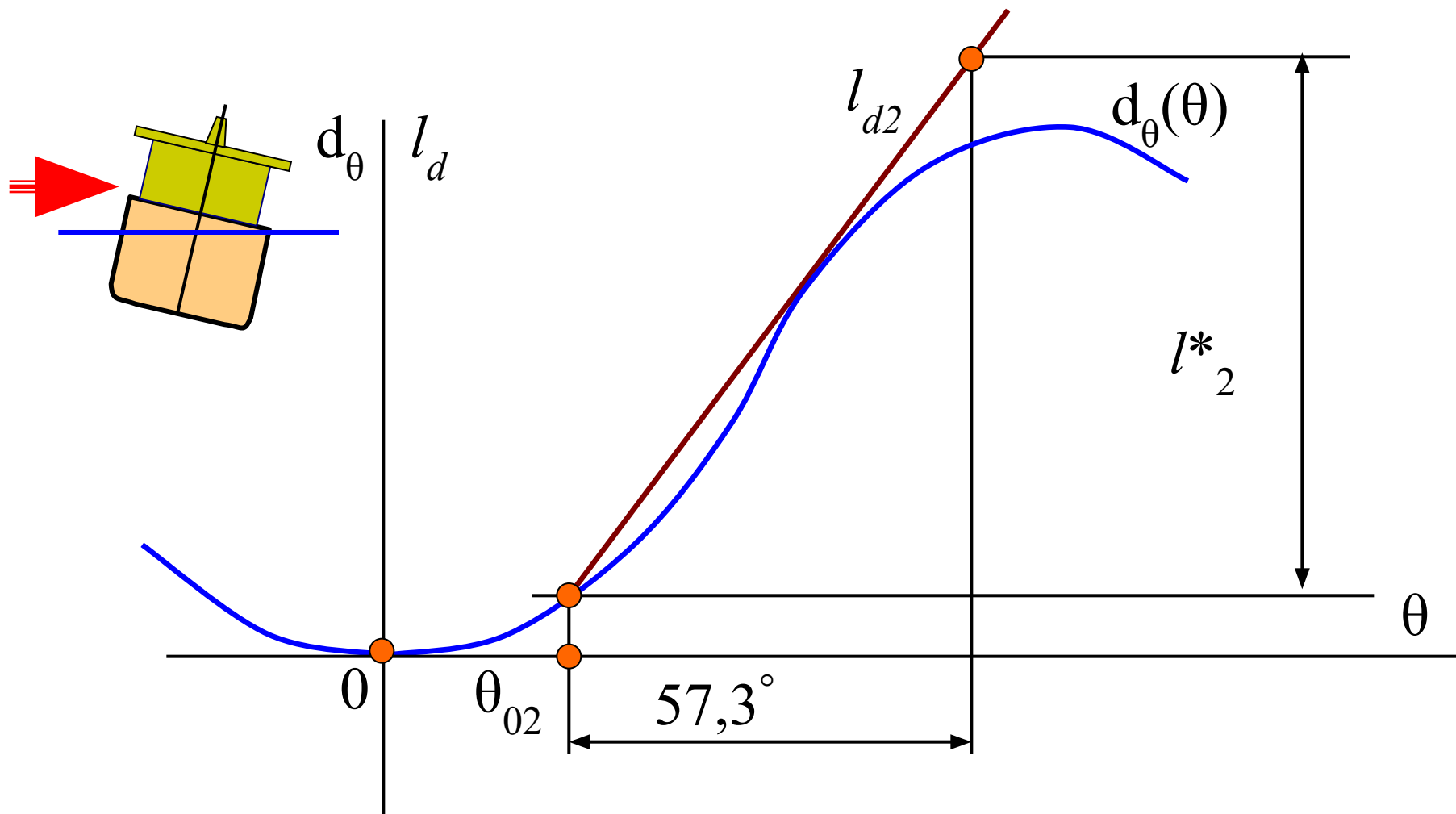
Определение предельного динамического кренящего момента

- 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

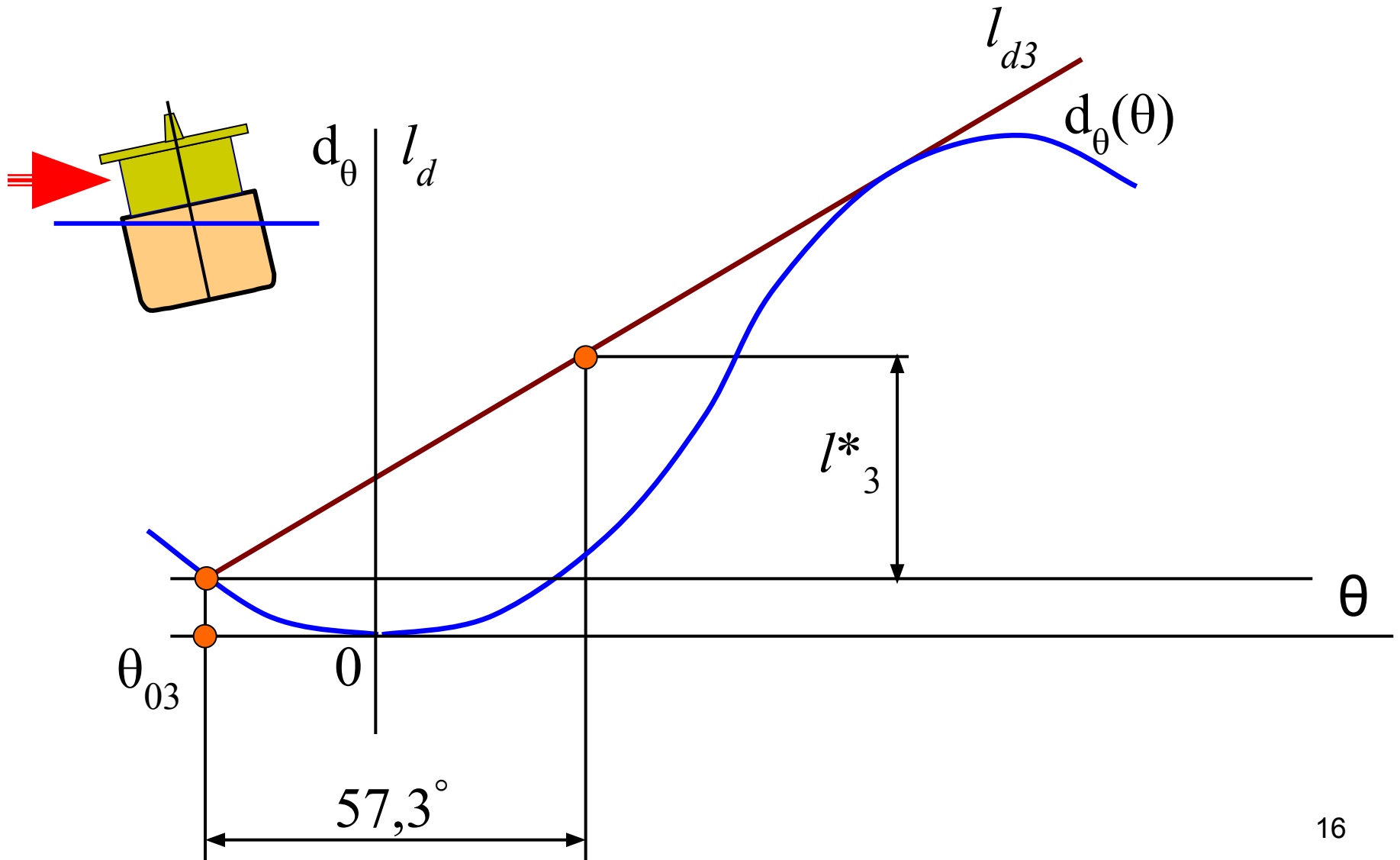
Исходная посадка прямо $\theta_1=0$



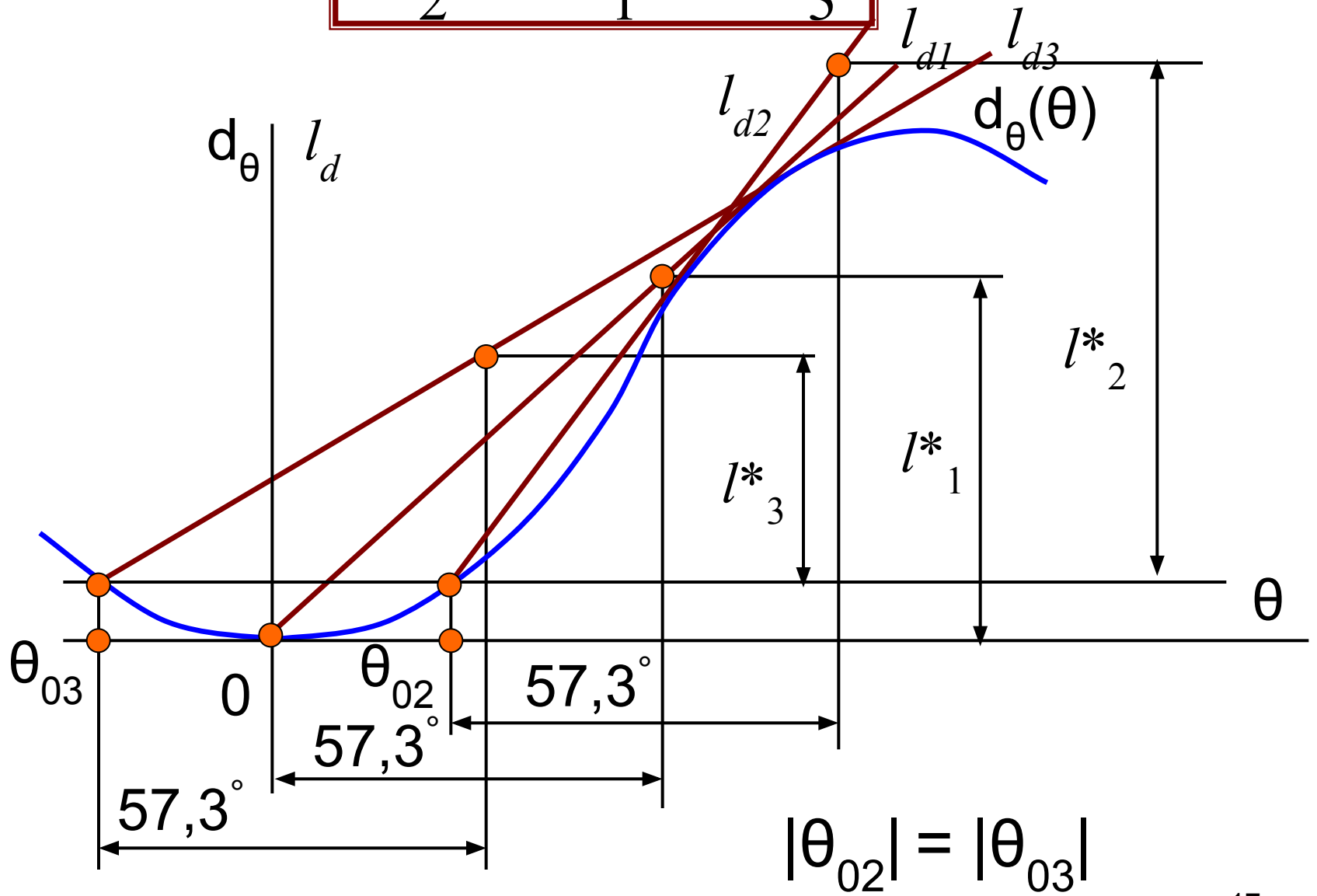
Крен на подветренный борт $\theta_{02} > 0$



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



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



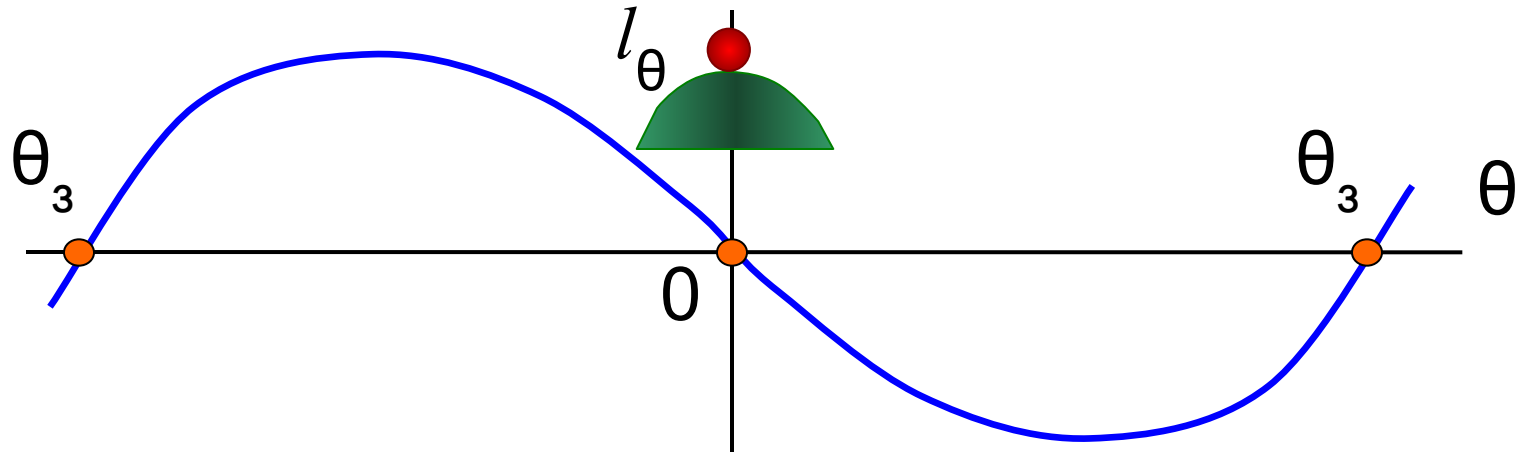
- При прочих равных условиях наибольший динамический кренящий момент выдержит судно, имевшее начальный крен на подветренный борт
- Предельный, выдерживаемый судном динамический кренящий момент в нормировании остойчивости называют опрокидывающим моментом $M_{\text{опр}}$

3. Поперечное спрямление судна,
имеющего отрицательную
начальную остойчивость

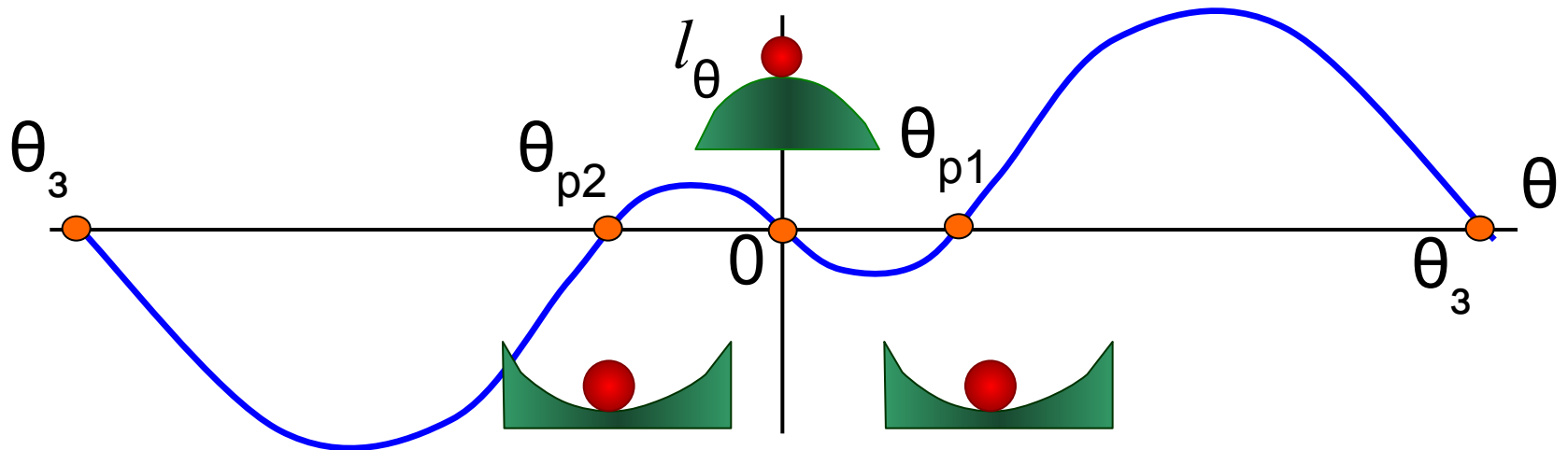
Потеря начальной остойчивости:

- 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 $|\theta_{p1}| \approx |\theta_{p2}|$

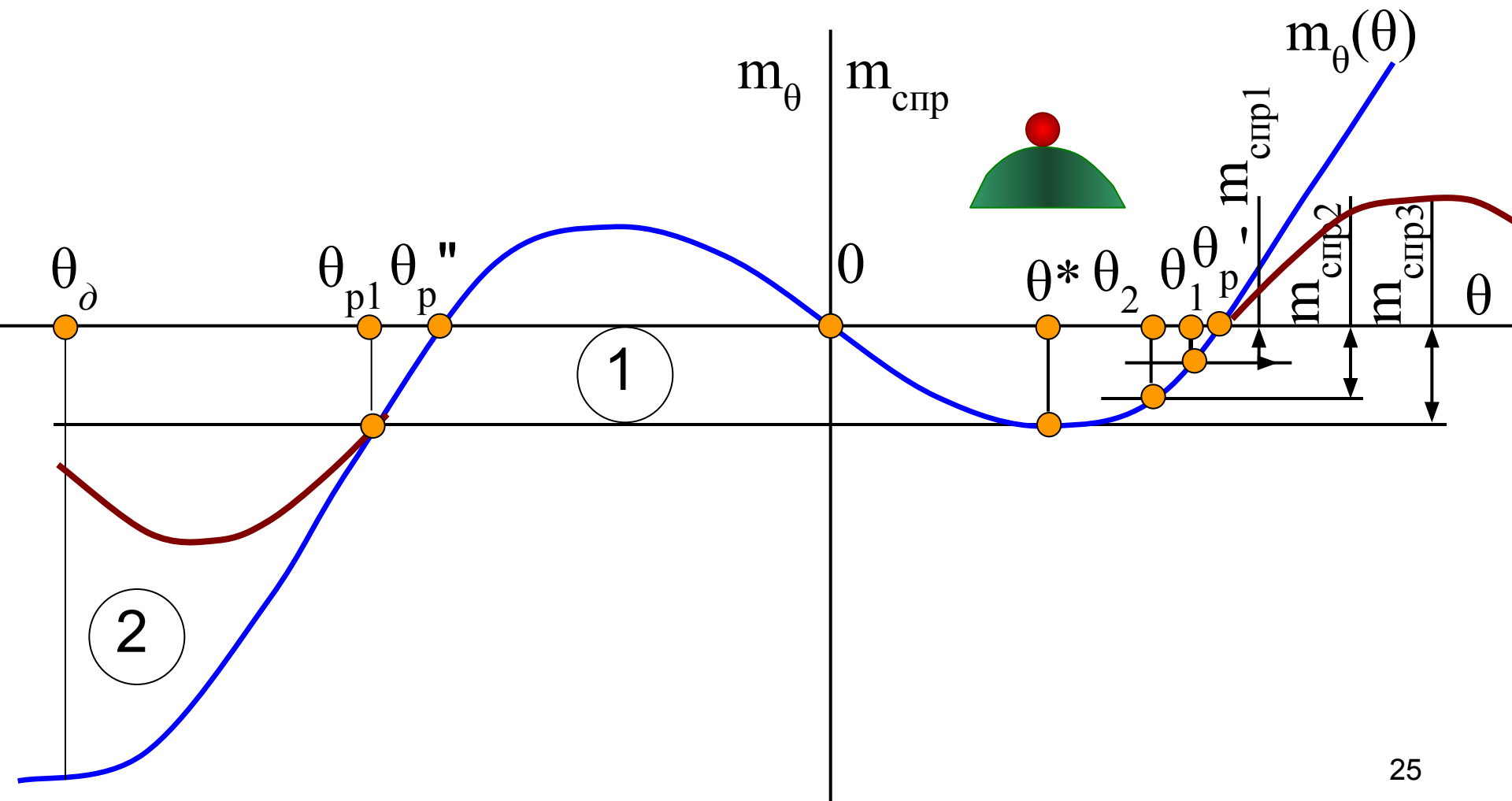
Способность судна к переваливанию

- Судно сидит с креном θ_{p1} на ПБ, либо θ_{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

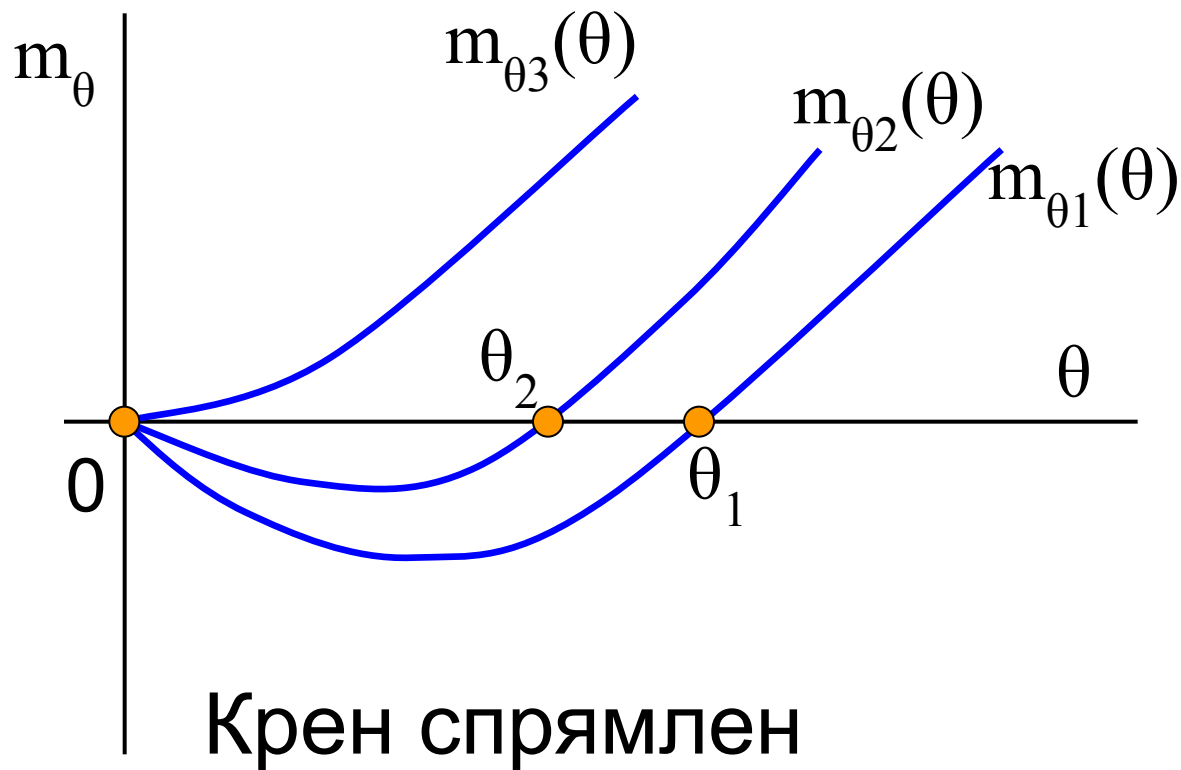
Спрямление судна, потерявшего начальную остойчивость

- 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°, 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°

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