

# Электроприводы грузоподъемных механизмов

# Классификация судовых ГПМ

- По типу устройства судовые ГПМ подразделяются на
  - механизмы общего назначения (лебедки, краны, транспортеры),
  - специфические судовые механизмы (лифты, шлюпочные, траловые и буксирные лебедки, механизмы технологической линии судов технического флота)
- По режиму работы ГПМ делятся на
  - Механизмы кратковременного режима,
  - Механизмы повторно-кратковременного режима
- Грузоподъемные механизмы бывают с одним, двумя и тремя электродвигателями.
- В настоящее время выпускаются судовые подъемные механизмы пяти грузоподъемностей: 0,5; 1,5; 3; 5 и 10 т
- Механизмы грузоподъемностью 0,5 и 1,5 т, как правило, устанавливаются на речных судах

# Классификация судовых ГПМ

- К судовым грузоподъемным устройствам относят разнообразные по назначению, конструкции, мощности и характеру работы палубные механизмы:
  - грузовые лебедки и краны;
  - шлюпочные, траловые, шланговые лебедки;
  - тельферы, лифты (провизионные, грузовые и пассажирские);
  - лебедки специального назначения (на специальных судах) — буксирные, траловые, лоткоподъемные, глубоководные якорные и т. д.
- Электроприводы судовых грузоподъемных устройств могут различаться:
  - по виду механической передачи — с цилиндрической, червячной и гидравлической передачей;
  - по режиму работы — повторно-кратковременного, кратковременного и перемежающегося режимов;
  - по режиму вращения двигателя — с прерывистым и непрерывным вращением двигателя;
  - по системе управления — контроллерные, контакторные, электромашинные, тиристорные;
  - по роду тока — постоянного и переменного тока

# Грузовые лебедки и краны

- *Грузовые лебедки* предназначены для работы в совокупности с грузовыми стрелами
  - Вращение электродвигателя через цилиндрический редуктор передается барабану с грузовым тросом, который через блоки обеспечивает подъем или спуск гака
  - При грузовых операциях отдают предпочтение спаренной работе двух лебедок на общий гак по системе «телефон».
- *Грузовые краны* имеют три механизма: подъема груза, подъема и спуска стрелы; поворота крана:
  - Каждый механизм снабжается электродвигателем с аппаратурой управления
  - В электрогидравлических кранах устанавливают общий насосный агрегат, обеспечивающий работу регулируемых автономных гидравлических двигателей
  - В этом случае функции электропривода просты: обеспечить постоянное вращение насоса в одном направлении; механическая часть привода усложняется, повышается стоимость
- Приводу грузовых лебедок и кранов с механической передачей приходится работать в жестких условиях непрерывных пусков, реверсов, и торможений, которым не отвечают обычные двигатели:
  - Применяют электродвигатели специальной крановой серии ДПМ на постоянном и МАП на переменном токе
  - При непосредственном питании от цепи используют двигатели смешанного, в системе Г—Д — параллельного возбуждения, а на переменном токе полюсопереключаемые двух- и трехскоростные

# Требования к судовым ГПМ

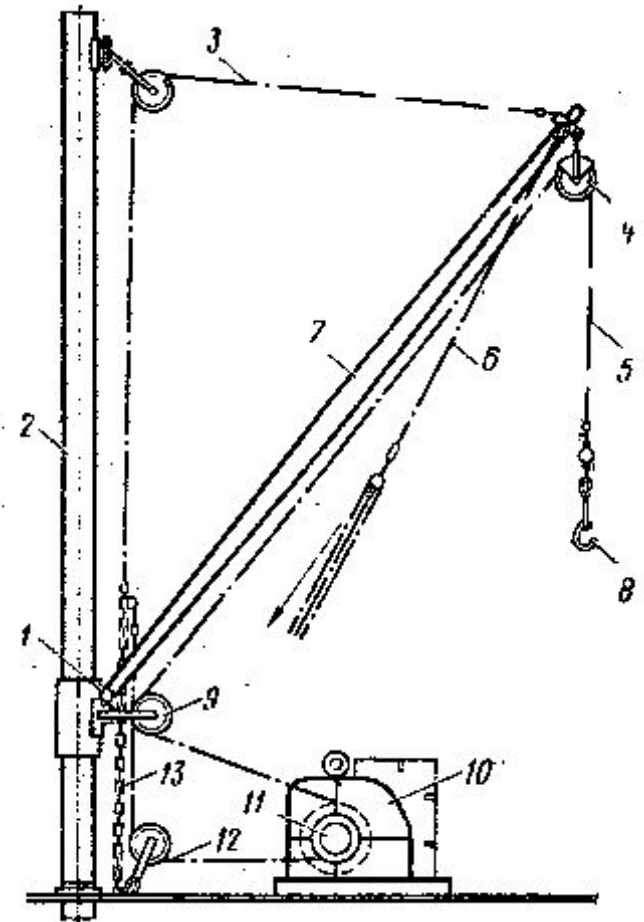
- К электроприводам ГПМ предъявляются следующие требования:
  - надежность и безопасность в работе, безотказность при кренах и дифферентах, при вибрации, сотрясении и толчках, а также при резких колебаниях температуры;
  - минимальная длительность переходных процессов;
  - надежное электрическое торможение в режиме спуска полного груза;
  - точная остановка при торможении;
  - наличие автоматического нормально замкнутого тормоза с устройством для ручного растормаживания;
  - обеспечение заданной производительности и регулирование частоты вращения в диапазоне 20 — 100 % в двигательном режиме при полной нагрузке;
  - устойчивая работа на малых посадочных скоростях;
  - обеспечение значительных скоростей операций с порожними захватами (до 300 % номинальной);
  - обеспечение увеличенных скоростей спуска грузов при работе в рекуперативном режиме (до 200% номинальной);
  - безусловная остановка привода по воле оператора, независимо от возможных неисправностей или отказов отдельных элементов системы

# Особенности работы ЭП ГПМ

- Большая частота пусков и торможений
- Пуск под полной нагрузкой
- Работа с переменной нагрузкой от 10 до 100 %
- Работа с кратковременной перегрузкой
- Наличие значительных механических перегрузок на вал и подшипники электродвигателя
- Возможность обливания водой электрооборудования палубных грузоподъемных механизмов
- Для грузоподъемных механизмов создана специальная серия крановых электродвигателей кратковременного и повторно-кратковременного режима, брызгозащищенного и водозащищенного исполнения, усиленной механической конструкции, с высокими перегрузочными свойствами.
- Условия работы грузоподъемных механизмов требуют привода от реверсивного электродвигателя с электрическим регулированием скорости при подъеме и спуске грузов, с электрическим и механическим торможением
- **Механический тормоз** применяется для удержания груза на весу и для остановки электродвигателя в конце периода электрического торможения
- В соответствии с ГОСТ 12617—78 электродвигатель, питаемый непосредственно от сети переменного тока, должен развивать на всех обмотках, кроме обмотки наименьшей скорости, расчетный пусковой момент при номинальном напряжении  $1,5 - 2,5M_{НОМ}$ . На обмотке наименьшей скорости расчетный пусковой момент при номинальном напряжении должен быть не менее  $1,3M_{НОМ}$
- Диапазон скоростей определяется необходимостью иметь очень низкую скорость для безопасной посадки груза (4 — 6 м/мин) и максимальную при операциях с холостым гаком (120 — 180 м/мин)

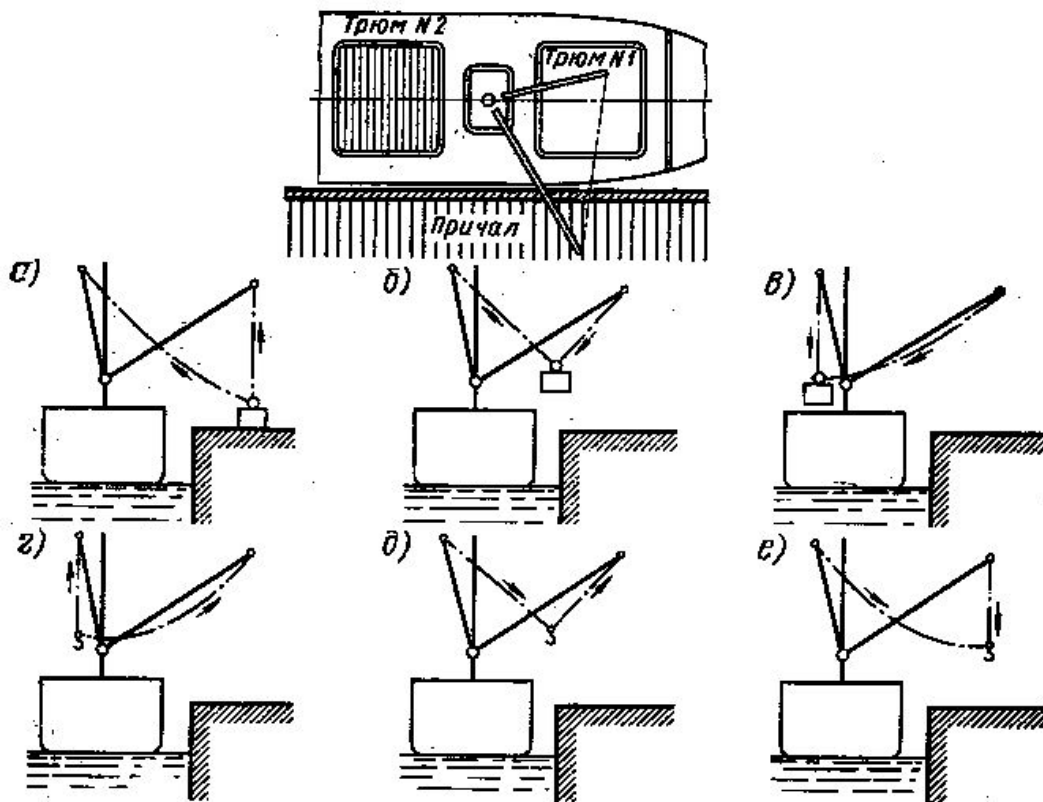
# Грузовая лебедка

- Механизм, обслуживающий грузовое устройство судна, которое предназначено для погрузки и разгрузки на рейдовой стоянке или у немеханизированного причала
- Основной частью грузового устройства является грузовая стрела с такелажем
  - Нижний конец стрелы 7 шарнирно закреплен при помощи подпятника 1 у основания мачты или грузовой колонны 2, а верхний конец — нок — поддерживается переброшенным через блок топенантом 3 и раскреплен двумя боковыми оттяжками 6
  - Нижние концы оттяжек прикреплены через полиспасты к палубе судна по обеим сторонам от стрелы
  - Шкентель 5 одним концом закреплен на барабане грузовой лебедки 10 и переброшен через нижний и верхний блоки 9 и 4
  - На втором конце шкентеля прикреплено грузозахватное приспособление — гак 8
  - Вылет стрелы уменьшают, наматывая лопарь топенанта 12 на турачек 11 лебедки
  - После установки стрелы в нужное положение и раскрепления ее оттяжками топенант прикрепляют к палубному глаголь-гаку при помощи отрезка цепи 13 и снимают лопарь с турачка, освобождая лебедку для работы с грузом



- |                      |                       |
|----------------------|-----------------------|
| 1 – подпятник        | 7 – стрела            |
| 2 – грузовая колонна | 8 – гак               |
| 3 – топенант         | 9 – нижний блок       |
| 4 – верхний блок     | 10 – барабан лебедки  |
| 5 – шкентель         | 11 – турачек          |
| 6 – боковые оттяжки  | 12 – лопарь топенанта |

# Погрузка при помощи двух стрел и двух лебедок



- Грузовые операции обычно осуществляют при помощи двух грузовых стрел, каждая из которых оборудована отдельной лебедкой
- Нок одной стрелы располагают над люком трюма, а другую стрелу выводят за борт судна
- В этом положении обе стрелы — трюмную и бортовую — раскрепляют неподвижно оттяжками
- Концы обеих шкентелей присоединяют к общему гаку

- Работу при погрузке судна ведут в таком порядке:
  - поднимают груз лебедкой бортовой стрелы, вторая лебедка выбирает образующуюся при этом слабину своего шкентеля;
  - перемещают груз поперек судна;
  - трюмная лебедка выбирает шкентель и подтягивает груз, а бортовая поддерживает его, работая в режиме тормозного травления;

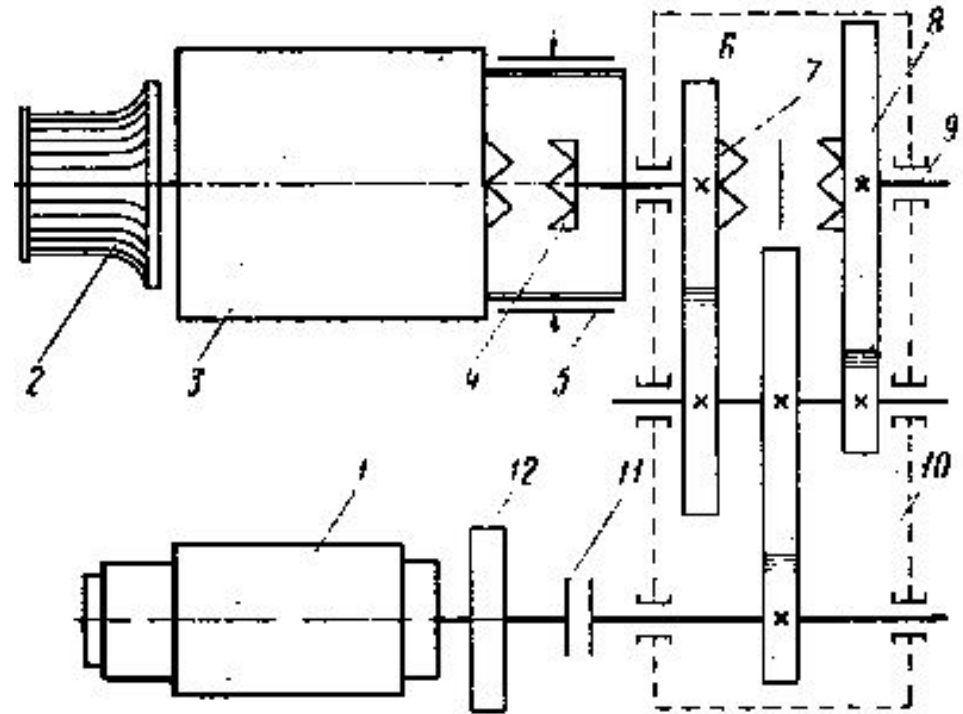
- опускают груз в трюм трюмной лебедкой, бортовая же травит свой шкентель вхолостую;
- поднимают пустой гак трюмной лебедкой, а бортовая в это время выбирает слабину;
- перетягивают гак к причалу бортовой лебедкой, трюмная же при этом соответственно травит свой шкентель;
- опускают гак бортовой лебедкой, а вторая лебедка продолжает травить свой шкентель



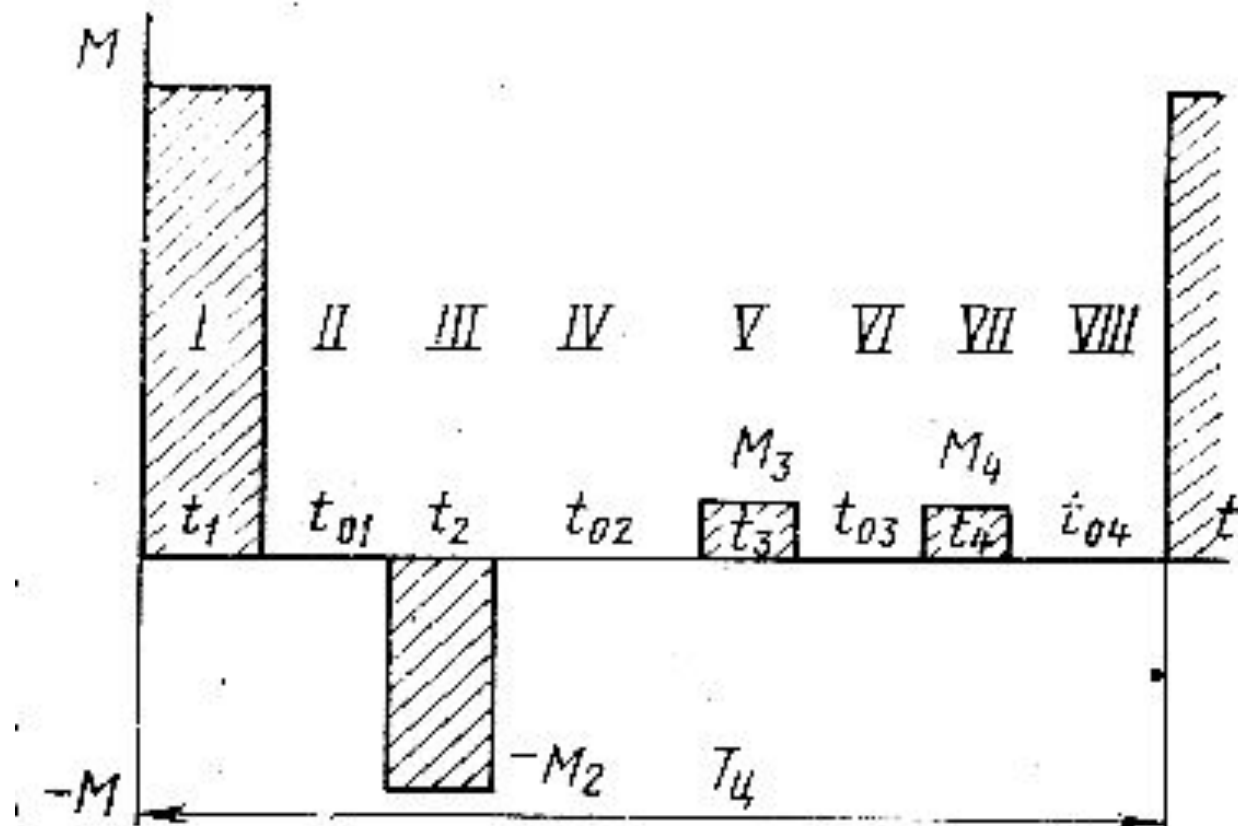
# Кинематическая схема грузовой лебедки

- 1 – электродвигатель
- 2 – турачек
- 3 – грузовой барабан
- 4 – кулачковая муфта
- 5 – ленточный тормоз
- 6, 8 – большие шестерни редуктора
- 7 – муфта
- 9 – вал
- 10 – цилиндрический двухступенчатый двухскоростной редуктор
- 11 – муфта
- 12 – механический тормоз

- В отсоединенном состоянии грузовой барабан можно затормозить ленточным тормозом с приводом от ножной педали (возможность работать турачкам независимо от грузового барабана, даже если на гаке висит груз)
- Турачки грузовых лебедок используют также во время швартовных операций
- Грузоподъемность судовых лебедок составляет обычно 1,5; 3; 5; 10 т, у двухскоростных лебедок при переключении редуктора обратно пропорционально скорости изменяется и грузоподъемность



Упрощенная  
нагрузочная  
диаграмма  
электропривода  
подъемной  
лебедки  
поворотного  
крана



- На диаграмме показаны только участки установившейся работы (нагрузка электропривода в переходных режимах не учтена):

Участок I – подъем груза с причала

Участок II – перемещение груза к люку трюма

Участок III – спуск груза в трюм

Участок IV – пауза в работе электродвигателя, вызванная расстропкой груза в трюме

Участок V – подъем холостого гака из трюма

Участок VI – поворот крана без груза

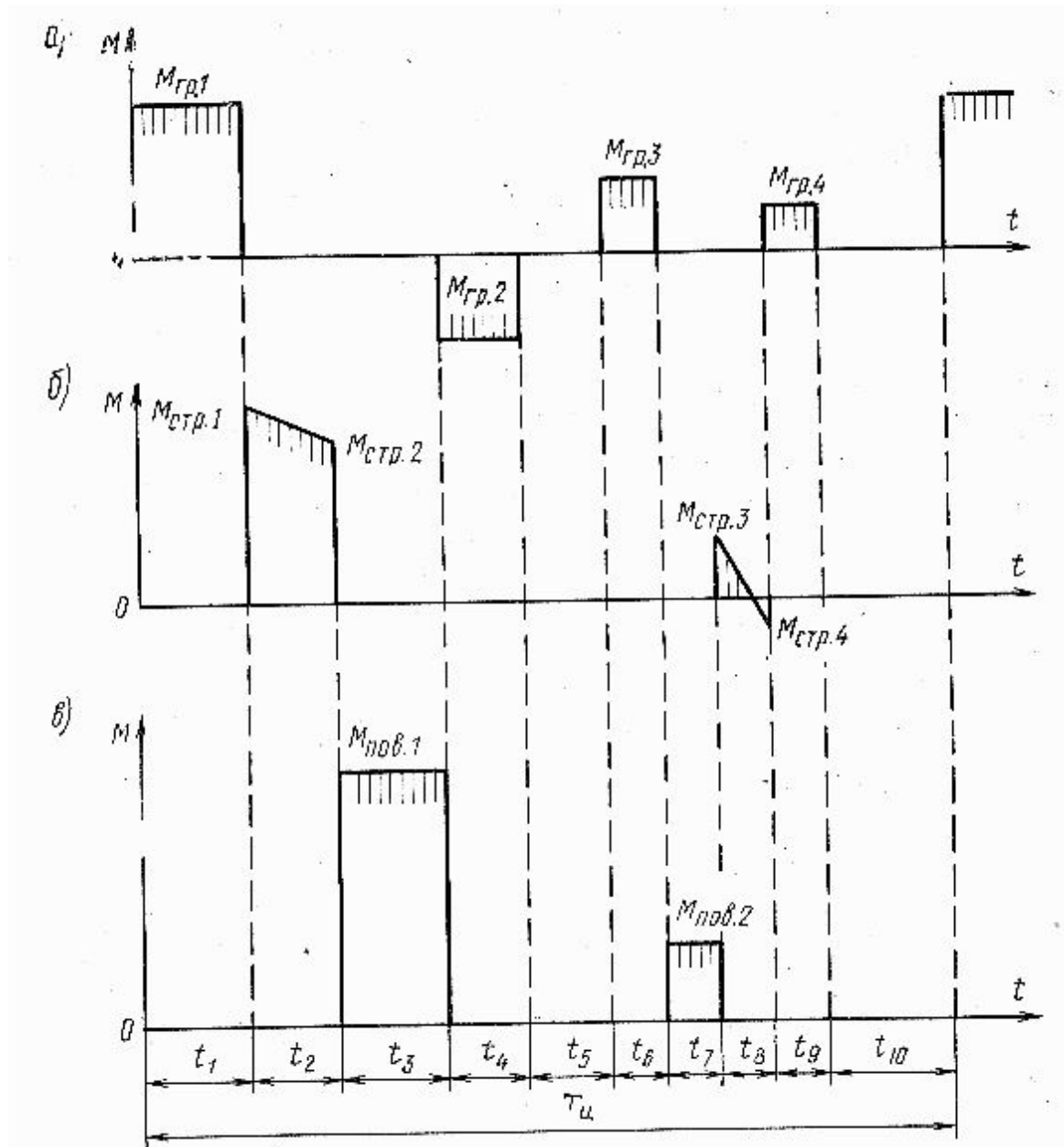
Участок VII – спуск пустого гака на причал

Участок VIII – застропка груза на причале

- После застропки начинается новый цикл работы
- В среднем таких циклов получается 25 — 50 в час
- Продолжительность включения электропривода достигает 40 % (эти же цифры

# Нагрузочная диаграмма электропривода грузового поворотного крана

- а — механизм подъема груза;
- б — механизм изменения вылета стрелы;
- в — механизм поворота крана

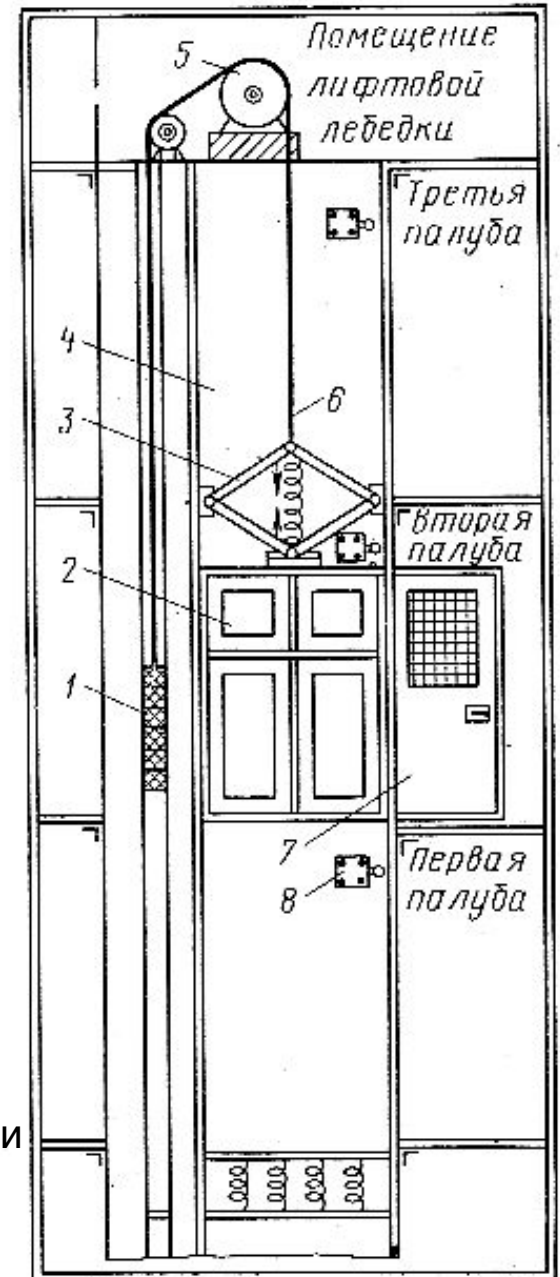
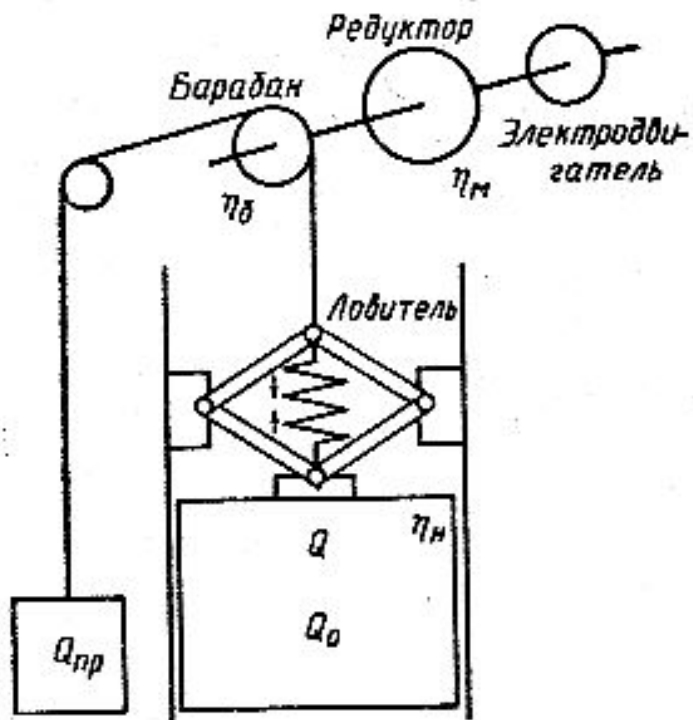


# Электроприводы лифтов

- На судах применяются пассажирские и грузовые лифты
- Обычно судовые лифты имеют одну рабочую скорость, значение которой зависит от грузоподъемности и колеблется в интервале 6 — 30 м/мин
- Некоторые лифты имеют две скорости с регулированием 1 : 3, причем малая скорость лежит в пределах 2 — 3 м/мин, что обеспечивает точную остановку
- По соображениям надежности работы предельно допустимая скорость кабины не должна превышать (1,15—1,4) номинальной скорости
- Режим работы электроприводов судовых лифтов повторно-кратковременный (ПВ до 40 %), причем пассажирские лифты имеют пиковую загрузку в определенные часы суток
- Число пусков электродвигателей судовых лифтов не превышает 120 в час
- Некоторые исполнения лифтов предусматривают противовесы, которые снижают нагрузки на лебедки и мощность приводного двигателя
- При расчетах мощности электропривода следует иметь в виду, что если подъем осуществляется с номинальным грузом, то опускание происходит при пустой кабине

# Электроприводы лифтов

- К электроприводам лифтов предъявляются следующие основные требования:
  - лифт должен быть оборудован электромагнитным тормозом, конечными выключателями и ограничителями;
  - с момента начала движения кабины должна быть исключена возможность управления лифтом любыми кнопками, за исключением кнопки «Стоп».
  - на посту управления должна быть предусмотрена сигнализация, указывающая, что лифт занят,
  - схема электропривода лифта должна исключать возможность пуска его в ход при открытых дверях кабины, ослабленном канате и посадке кабины на ловители обрыва троса



• Эскиз привода лифта:

- Канат прикреплен к ловителю, установленному на крыше кабины, и переброшен через барабан лебедки к противовес
- Ловитель представляет собою рычажное пружинное устройство, которое при обрыве троса или чрезмерном увеличении скорости спуска кабины заклинивает ее по направляющим шахты

• Устройство лифта:

- 1 – противовес
- 2 – кабина
- 3 – ловитель
- 4 – вертикальная шахта
- 5 – лебедка
- 6 – трос
- 7 – двери шахты
- 8 – палубные переключатели

# Электроприводы шлюпочных лебедок

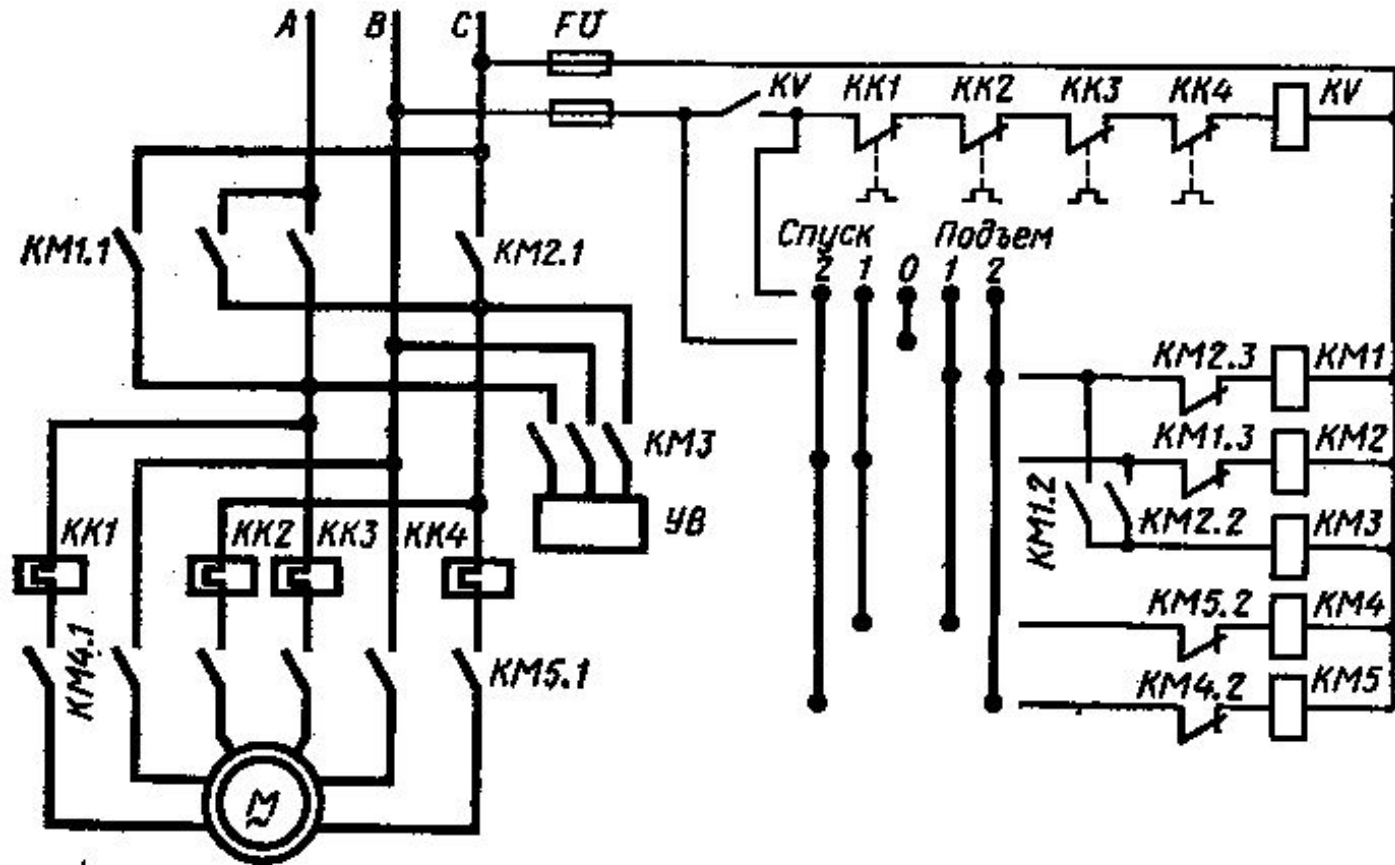
- Лебедки, служащие для подъема шлюпок, ботов и катеров:
  - используемые при выполнении текущих судовых, промысловых работ и т. п. Эти лебедки, как правило, имеют устройства для безопасного подъема с волны, соответствующее управление и скоростные характеристики;
  - шлюпочные
- В соответствии с **Международной конвенцией по охране человеческой жизни на море** все морские и речные суда снабжаются спасательными шлюпками, располагаемыми на специальном подъемном устройстве, называемом шлюпбалкой
- Шлюпки спускают без электропривода при подтормаживании регулируемым механическим тормозом:
  - Наибольшая скорость спуска 30 м/мин
  - Спуск подвесок можно выполнять вручную или с применением электропривода
- Шлюпочные лебедки ЛЭРШ обеспечивают подъем шлюпок и спуск порожних подвесок с помощью реверсивного электропривода
- В новых конструкциях лебедок ЛШ спуск порожних подвесок электроприводом исключен – конструкция механизма и электропривод стали проще:
  - Основной режим работы — одноразовый подъем шлюпки в течение 5 мин при скорости 6 — 8 м/мин
  - Нужда в каком-либо регулировании отсутствует
  - Электропривод должен быть односкоростным кратковременного режима.
- Двигатель выбирают по условию обеспечения пуска при наибольшей расчетном нагрузке

# Автоматические буксирные лебедки (АБЛ)

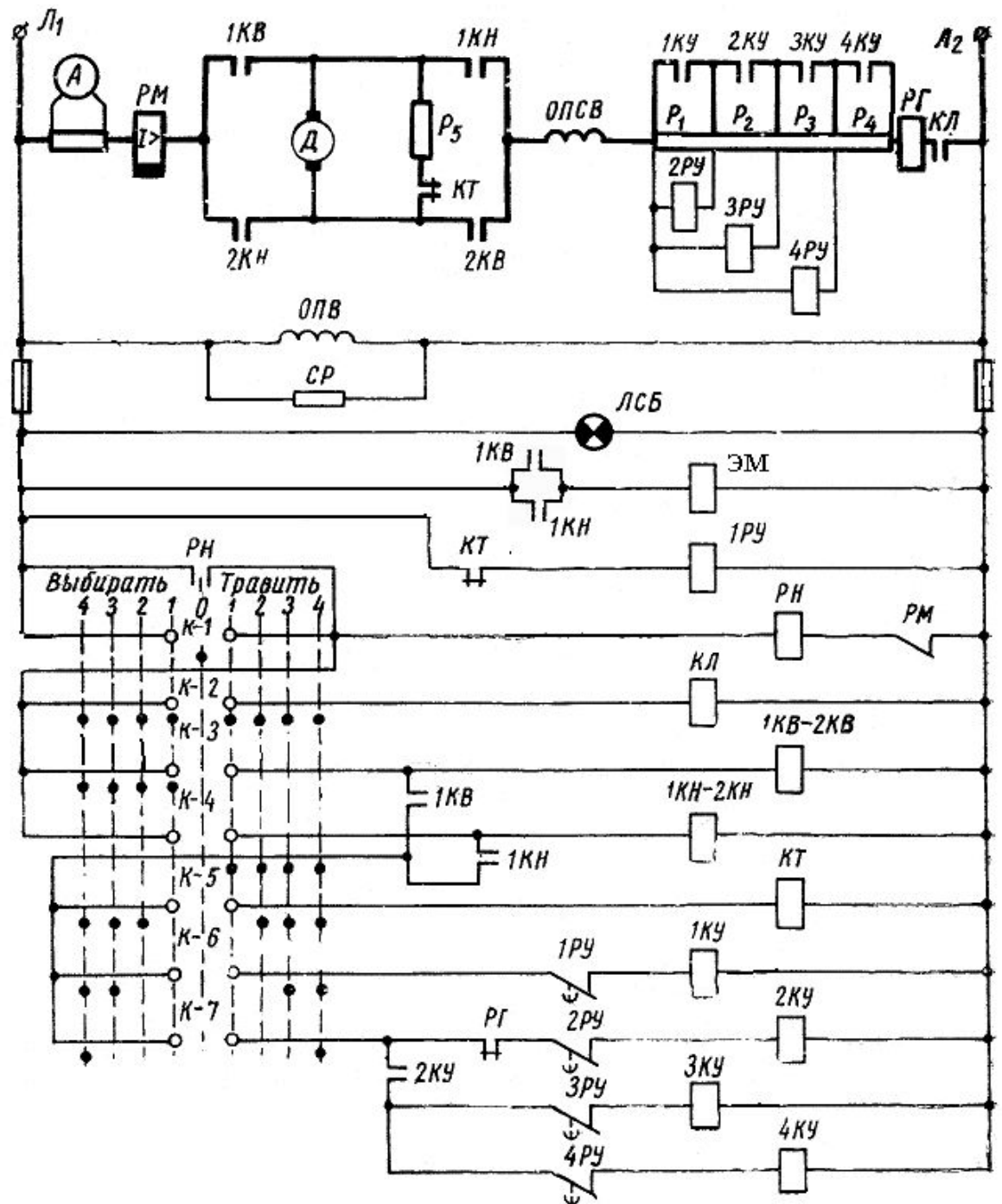
- Автоматические буксирные лебедки обеспечивают безопасность плавания при буксировке судов. Они сглаживают дополнительные тяговые усилия, возникающие в результате одновременного воздействия волн и ветра на буксирное и буксируемое суда
- Буксирная лебедка выполняет следующие основные функции в процессе буксирования:
  - обеспечивает установление необходимой длины буксирного троса,
  - удерживает трос в процессе буксировки,
  - обеспечивает вытравливание некоторой длины троса для амортизации ударов
- Резкие рывки буксирного троса могут вызвать его обрыв, а при маневрировании — даже опрокидывание буксира
- Чрезмерная слабина и провисание троса могут привести к наматыванию его на винт буксира.
- В принятых для отечественных АБЛ системах контроля натяжения троса применяется пружинный измеритель усилия в тросе с контактным датчиком и аппарат контроля длины вытравливаемого троса
- Пружинный механизм (взвешивающее устройство) осуществляет настройку лебедки на заданное тяговое усилие буксировки, при повышении которого происходит автоматическое стравливание, а при понижении — автоматическое выбиравание буксирного троса
- Определенному тяговому усилию в тросе будет соответствовать определенная схема включения электродвигателя
- Электродвигатель выбирают по основному условию — выбиравание троса при номинальном тяговом усилии



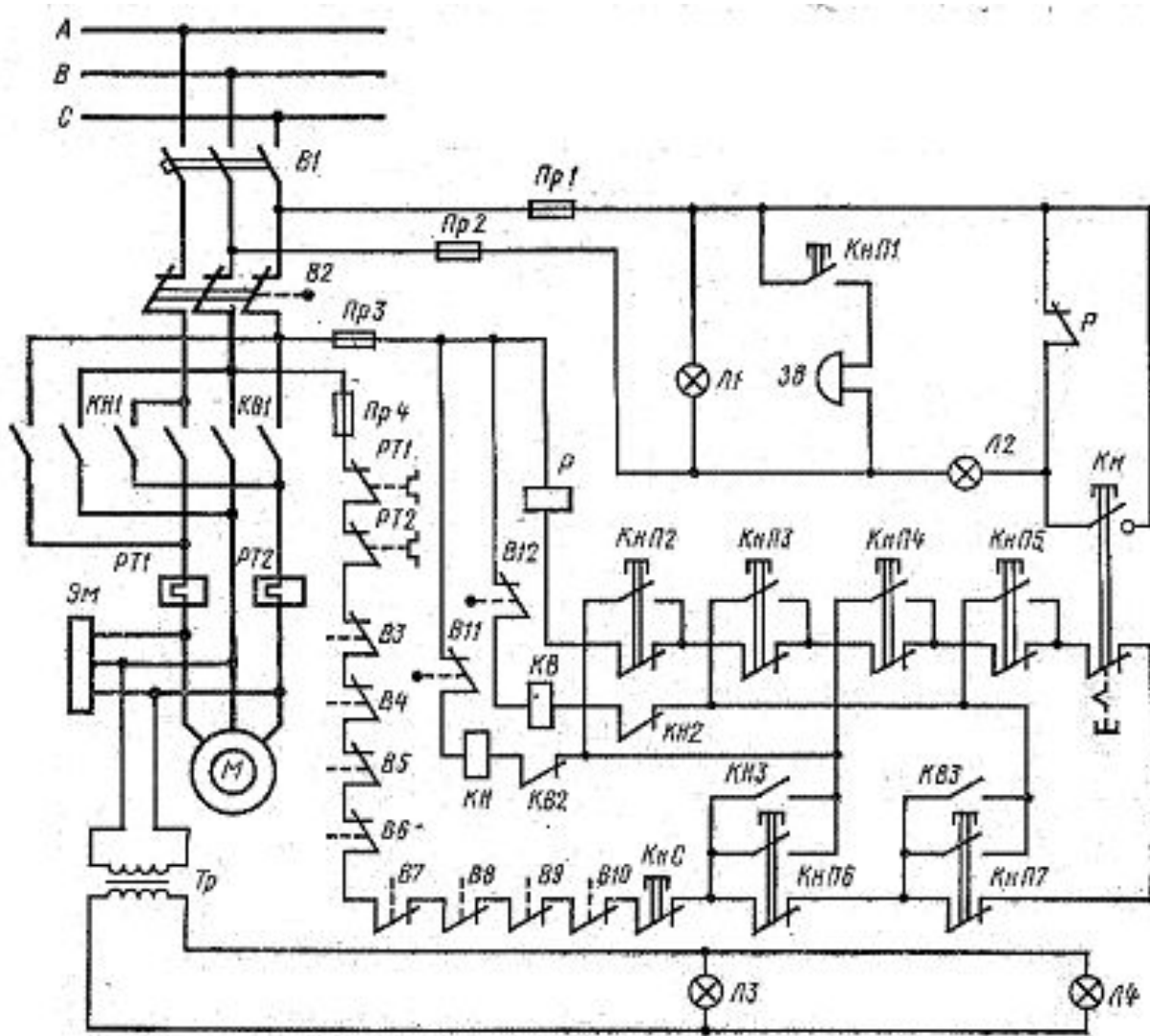
# Грузовая лебедка с двухскоростным АД серии МАП



Электродвигатель  
 грузовой  
 лебедки на  
 постоянном  
 токе



# Электропривод грузового лифта



- Кн – кабина (сброс)
- КнП1 – кабина (вызов)
- КнП2 – палуба (вниз)
- КнП3 – палуба (вверх)
- КнП4 – трюм (вниз)
- КнП5 – трюм (вверх)
- КнП6 – кабина (вниз)
- КнП7 – кабина (вверх)
- В3 – натяжение троса
- В4 – балансирный подвес
- В5, В7, В8, В10 – двери
- В6 – ограничитель скорости
- В9 – уловитель
- Л2 – управление из кабины

# Электроприво д буксирной лебедки переменного тока

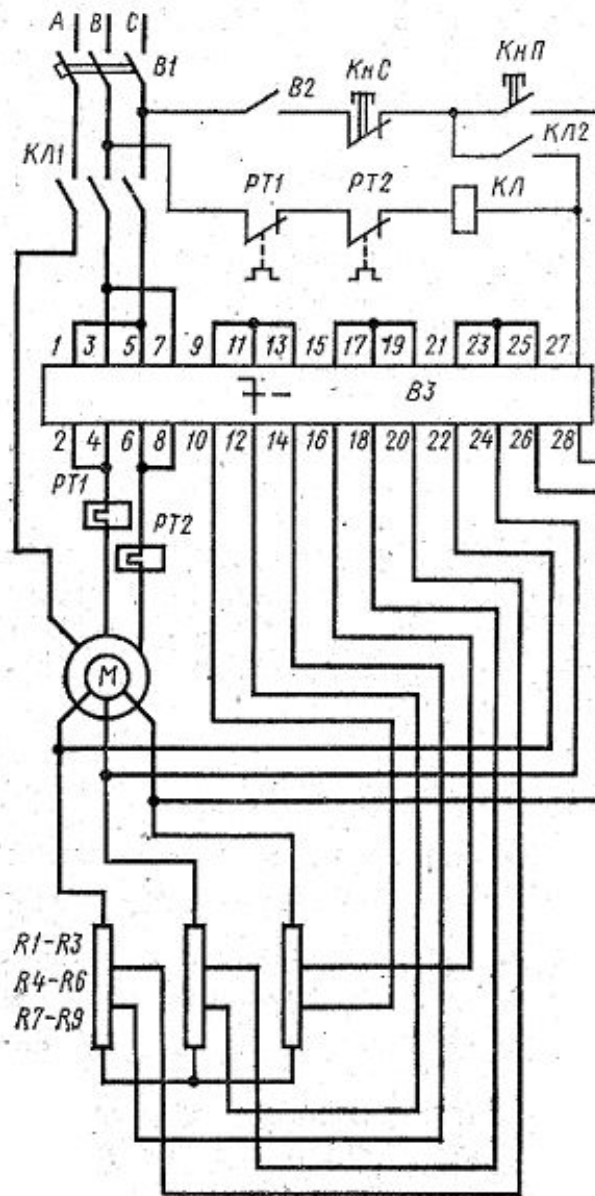


Таблица включения  
контактов контроллера ВЗ

Контакты	Травить					0	Выбирать				
	5	4	3	2	1		1	2	3	4	5
1-2							X	X	X	X	X
3-4	X	X	X	X	X						
5-6	X	X	X	X	X						
7-8							X	X	X	X	X
9-10	X	X	X	X	X						
11-12	X	X	X	X	X						
13-14	X	X	X	X	X						
15-16	X	X	X	X	X						
17-18	X	X	X	X	X						
19-20	X	X	X	X	X						
21-22	X	X	X	X	X						
23-24	X	X	X	X	X						
25-26	X	X	X	X	X						
27-28							X				

# Шлюпочная лебедка

