



**САХАЛИНСКОЕ ВЫСШЕЕ МОРСКОЕ УЧИЛИЩЕ имени Т.Б. Гуженко**  
- ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АДМИРАЛА Г.И. НЕВЕЛЬСКОГО»  
(Сахалинское высшее морское училище им. Т.Б. Гуженко –  
филиал МГУ им. адм. Г.И. Невельского)

СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

## **ПОДГОТОВКА СТАРШЕГО МЕХАНИКА**

**СБОРНИК МЕТОДИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ  
ДЛЯ СЛУШАТЕЛЕЙ**

**Холмск,**

**2018**

**РАЗДЕЛ I**

**СУДОВЫЕ  
МЕХАНИЧЕСКИЕ  
УСТАНОВКИ**

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ СЭУ

### Технические аспекты безопасности СЭУ при маневрировании судна

Безопасность маневрирования судна при следовании в узкостях по сложному форватору, при подходах к порту и швартовке, в ледовых условиях в определенной степени зависит от маневренных качеств пропульсивного комплекса. Наиболее категорично эти связи прослеживаются в СЭУ с непосредственной передачей мощности на винт фиксированного шага (ВФШ), когда возможность маневра судна всецело зависит от пусковых и реверсивных качеств главного двигателя и безопасного уровня скорости самого малого хода. Поэтому в формулировании категорий опасностей при маневрировании судна прежде всего следует обратить внимание на отказы выполнения команд пуска и реверса (рис.1).

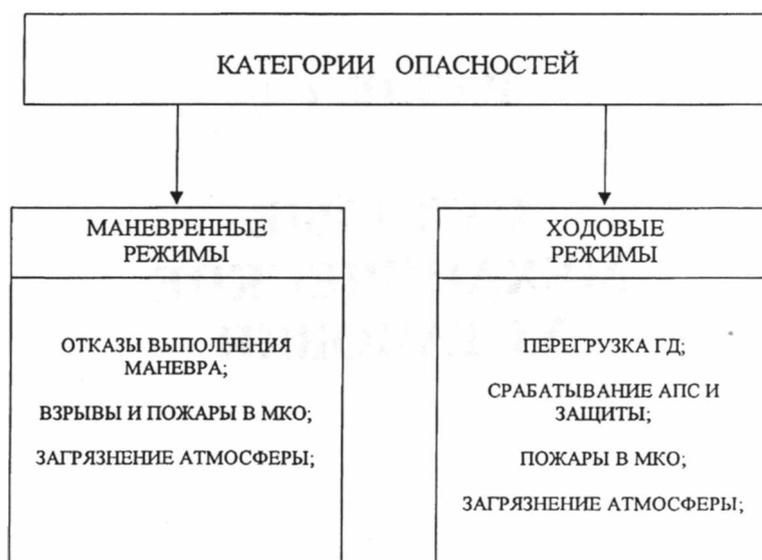


Рис. 1. Технические и управленческие аспекты обеспечения безопасности маневренных и ходовых режимов работы судов

Другие категории опасностей, как-то пожары и взрывы в газовыпускных трактах и утилизационных котлах являются следствием работы двигателей при малых нагрузках. Режимы малого хода характеризуются низкотемпературным выпуском газов и, как следствие, при длительной работе сопровождаются интенсивным загрязнением двигателя, системы газовыпуска и утилизационного котла частицами отработавшего масла и неполного сгорания топлива. Их возгорание и взрывы смеси паров углеводородов СН и воздуха (рис.2) могут существенно затруднить проведение маневра, привести к аварии двигателя или его остановке.

К категории опасностей можно отнести и встречающиеся иногда явления сильного дымления двигателя при пуске и режимах самого малого хода. Загрязнения атмосферы продуктами неполного сгорания топлива особенно в акваториях порта расцениваются как экологическая опасность и могут сопровождаться штрафными санкциями. Наконец, частые и динамичные теплосмены на переменных ходах способствуют повреждению деталей камеры сгорания (появлению трещин) вследствие быстрого нагревания и охлаждения. Такого рода технологические опасности характерны для двигателей, работающих в тяжелых условиях маневрирования судна во льдах.

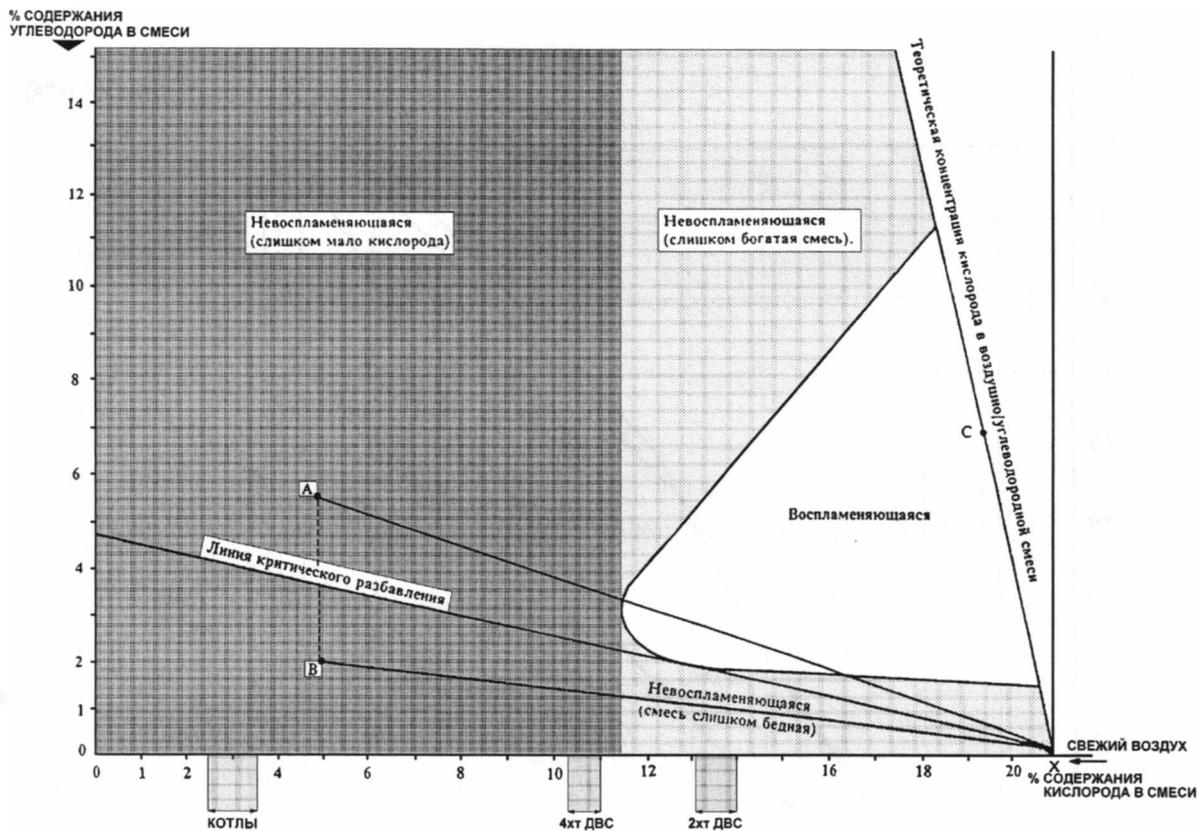


Рис. 2. Диаграмма воспламенения воздушно – углеводородной смеси

Ключевые вопросы предупреждения аварийных ситуаций в эксплуатации СЭУ на режимах полного хода

Управление безопасностью СЭУ на режимах полного хода в большой степени зависит от назначаемой нагрузки главных двигателей. Форсирование скорости и мощности, не связанные с критическими обстоятельствами для судна, довольно часто встречается на практике и являет серьезный причиной снижения надежности. Поэтому в вопросах предупреждения аварийных ситуаций в эксплуатации и при планировании рейсов основополагающее значение имеет выбор рационального нагружения главных двигателей в том числе и при воздействии внешних факторов на сопротивление движению судна.

В отличие от кратковременных маневренных режимов здесь мы имеем дело с повышенными нагрузками и длительными условиями работы в диапазоне мощностей 50 – 100 %.

По паспортным данным работа двигателя на номинальной 100 %-ной мощности не ограничивается во времени. Но из соображений реальной эксплуатации судна длительные режимы полного хода обычно назначаются при мощности 75 – 85 %. Но и на этих уровнях нагрузки в тяжелых условиях плавания (в штормовую погоду, при движении во льдах, на мелководье, при обрастании корпуса) во избежание перегрузки приходится вводить ограничения подачи топлива и частоты вращения в соответствии с ограничительными характеристиками двигателя.

Вследствие особенностей рабочих процессов двигателей и на основании опыта эти ограничения устанавливаются в виде линейной характеристики изменения крутящего момента  $M_e$  в зависимости от частоты вращения  $n$  с незначительной коррекцией  $M_e = const$  на участке  $n = 96 - 105 \%$  (рис.3).

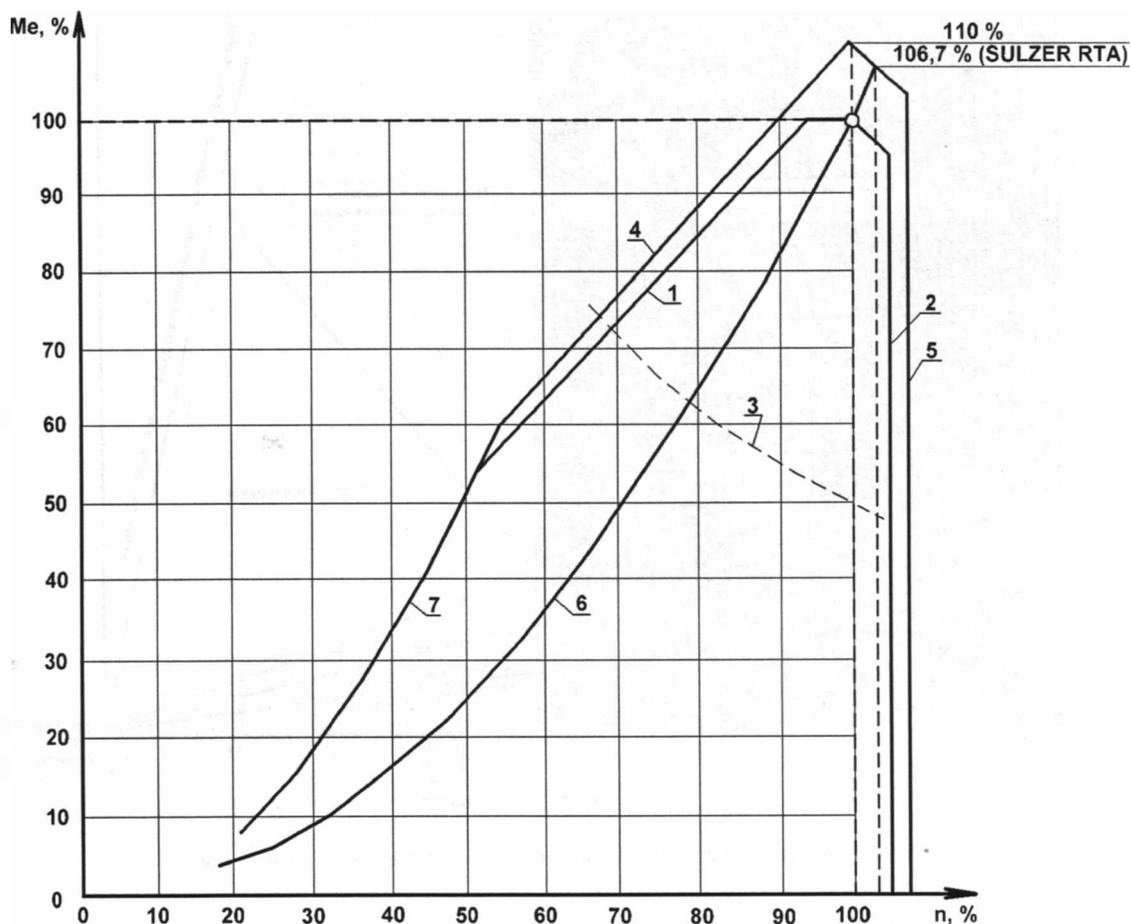


Рис. 3. Схема построения ограничительных характеристик дизелей MAN B & W MC и SULZER RTA

- 1, 4 – Рабочее и предельное ограничение момента
- 3 – Ограничение мощности полного хода (50 %)
- 2, 5 – Ограничение частоты вращения (105 и 107 %)
- 6 – Базовая винтовая характеристика
- 7 – Винтовая характеристика на швартовах

Таким образом, возможности нагружения двигателей на режимах полного хода ограничиваются значениями момента  $M_{огр}$  по линии 1, частоты вращения  $n_{огр} = 105\%$ , линии 2 и снизу линией 3 мощности  $N_e = 50\%$  (рис.3). Рассмотренная схема ограничений принята ведущими дизелестроительными фирмами. Она дополняется линиями 4 и 5 предельного ограничения момента и частоты вращения, а также теоретической винтовой характеристикой 6 ( $M_e \sim n^2$ ) и при работе на швартовах 7.

Для двигателей MAN B & W типа MC диаграмма нагрузки в логарифмических координатах мощности и частоты вращения показана на рисунке 4.

В таком виде диаграмма нагрузки используется при назначении параметров спецификационных режимов и запасов мощности двигателя, устанавливаемого на судно.

Спецификационными режимами являются:

- режим проектной мощности  $N_e = 75\%$  для расчета параметров гребного винта, удовлетворяющих контрактной (проектной) скорости судна  $V_k$  при чистом новом корпусе с полной осадкой (точка PD, рис4);
- режим эксплуатационной мощности  $N_e = 90\%$  (точка CS), при котором учитывается влияние обрастания корпуса и для выполнения контрактной скорости требуется 15 % увеличение мощности (морской запас Sea Margin);

- режим спецификационной мощности  $N_e = 100\%$  (точка MC) двигателя, устанавливаемого на судно. Запас мощности двигателя (Engine Margin) в 10 % назначается из соображений поддержания расписания, форсирования хода при неблагоприятных условиях плавания.

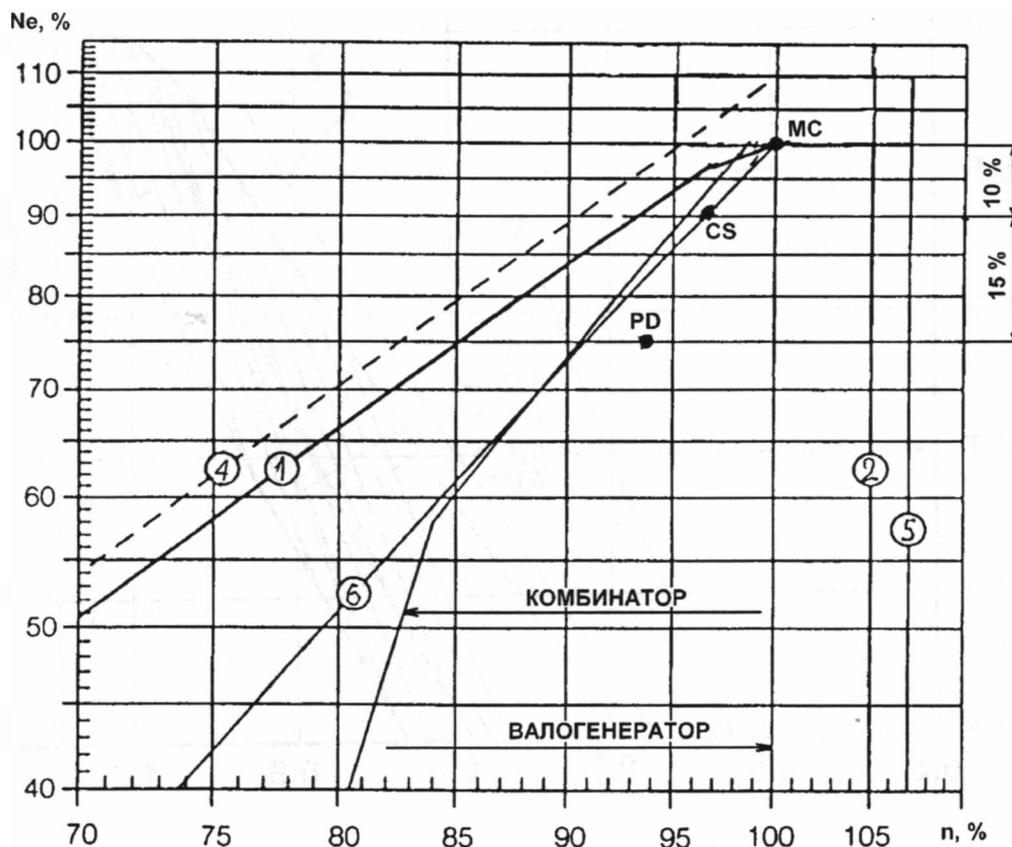


Рис. 4. Диаграмма нагрузки дизелей MAN B & W типа MC

- 1, 4 - Рабочее и предельное ограничение момента
- 3 - Ограничение мощности полного хода (50 %)
- 2, 5 - Ограничение частоты вращения (105 и 107 %)
- 6 - Базовая винтовая характеристика

Принятые запасы мощности, как показывает опыт, в тяжелых погодных условиях все же не исключают работу двигателя на линии ограничения нагрузки. Такие режимы могут быть длительными и не всегда контролируются в процессе эксплуатации.

Поэтому во избежание перегрузки важное значение имеют инструментальное и схемное отслеживание режимов работы двигателя в эксплуатации и предупредительная сигнализация о перегрузке на постах управления на мостике, в ЦПУ и местном посту.

Этим целям в пропульсивных комплексах с ВРШ служит система управления и контроля нагрузки, ограничивающая максимальный крутящий момент (индекс ТНВД) в зависимости от частоты вращения. В установках с ВФШ также используются измерители крутящего момента и мощности и программные устройства в регуляторах частоты вращения, защищающие двигатели от перегрузки и сигнализирующие о её превышении.

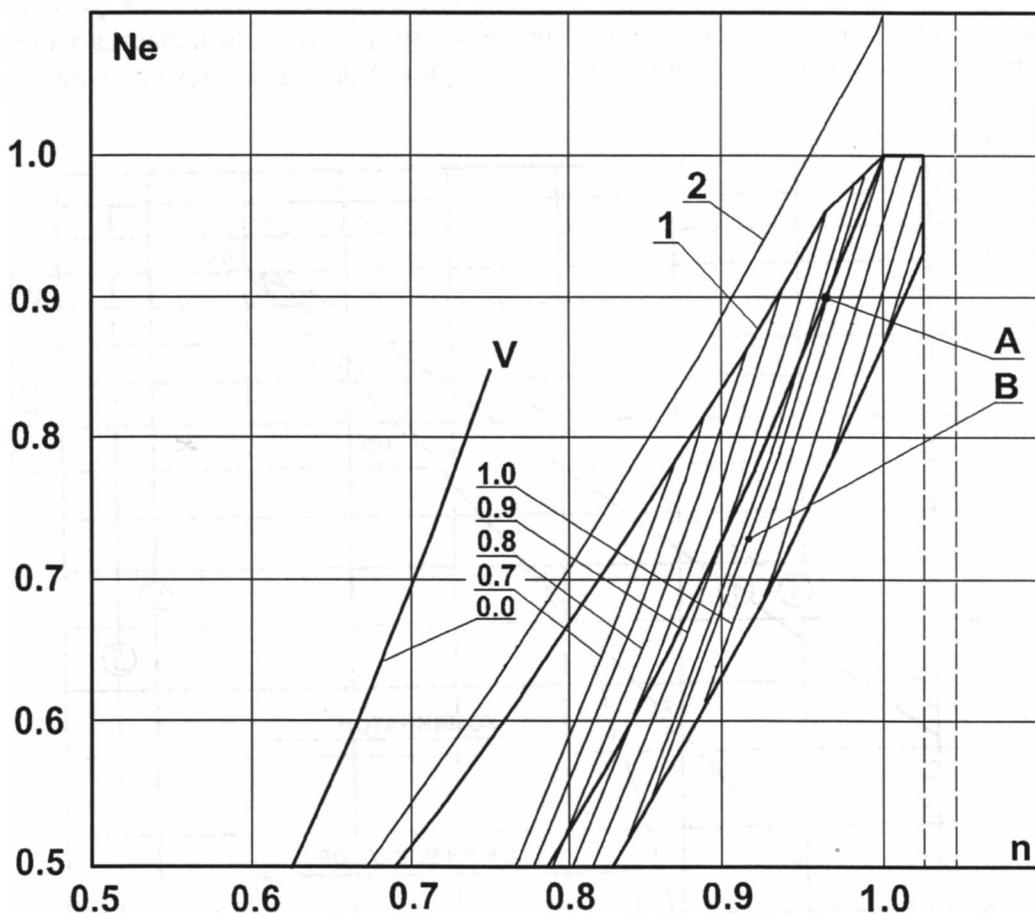


Рис 5.

Режимное поле ГД-ВРШ:

Ne - мощность,

n - частота вращения,

V - скорость.

A - при эксплуатационном состоянии корпуса.

B - при новом корпусе.

1,2 - рабочее и предельное ограничение нагрузки.

## ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

На основании изложенного можно сделать следующие выводы по ключевым вопросам обеспечения безопасности СЭУ в эксплуатации морских судов.

1. Систематизация категорий опасностей в эксплуатации СЭУ, анализ причин их возникновения и связей с внешними условиями плавания и режимами работы судов показывает, что в вопросах обеспечения безопасности приоритетное значение имеет предупреждение аварийных случаев, осуществляемое непосредственно судовым персоналом на основании критической оценки ситуации и показаний систем централизованного контроля, АПС и автоматической защиты.

2. Материалами разработки предусматривается способствовать решению таких задач путем конкретизации базисных знаний аудиторов по МКУБ, организации дополнительных учебных тренировок и тревог на судне и на берегу в системе "СУБ" судоходных компаний и проверки знаний обслуживающего персонала непосредственно на судне на основе чек-листов по предупреждению аварийных ситуаций в эксплуатации СЭУ.

# ТРЕБОВАНИЯ К СУДОВЫМ ДИЗЕЛЯМ, СФОРМУЛИРОВАННЫЕ В ПРИЛОЖЕНИИ VI К МК MARPOL 73/78 И ТЕХНИЧЕСКОМ КОДЕКСЕ ПО ВЫБРОСАМ ОКИСЛОВ АЗОТА

## ВВЕДЕНИЕ

В связи с возрастающими темпами судоходства и загрязнения моря и атмосферы выбросами с судов защита окружающей среды приобретает важное значение.

В дополнение к действующей Конвенции МАРПОЛ 73/78 Международная морская организация (ИМО) в 1997 г. приняла Приложение VI, в котором предусматривается ограничение эмиссии вредных компонентов NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> в выпускных газах главных и вспомогательных судовых дизелей [1]. Одновременно ИМО принят Технический Кодекс по выбросам окислов азота от судовых дизелей [2]. В соответствии с упомянутыми документами все суда валовой вместимостью 400 т и более, построенные после 1 января 2000 г. должны пройти освидетельствование и получить **Международное Свидетельство по предотвращению загрязнения атмосферы (IAPP - International Air Pollution Prevention Certificate)** сроком на 5 лет. Дополнительно каждый судовой дизель мощностью 130 кВт и более должен пройти освидетельствование в соответствии с Техническим Кодексом и получить **Международное Свидетельство двигателя по предотвращению загрязнения атмосферы (EIAPP - Engine International Air Pollution Prevention Certificate)**, которое относится к выбросам окислов азота и выдается также сроком на 5 лет.

В настоящее время в стадии согласования с государствами - членами ИМО находятся и вопросы организации контроля за выпускными газами дизелей, поставляемых на суда и находящихся в эксплуатации.

Ужесточение требований к чистоте выхлопа энергетических установок в определенной степени касается и классификационных обществ, осуществляющих наблюдение за постройкой и эксплуатацией судов.

В этом отношении показательна инициатива DNV, разработавшего в 1990 г. систему безопасности и защиты окружающей среды (Safety, Environmental Protection). Судоходные компании, работающие под наблюдением DNV, получают сертификат, удостоверяющий обеспечение безопасности и защиты окружающей среды в соответствии с системой SEP. Российский морской Регистр судоходства разработал соответствующие документы [3,4 и 5] и ведет подготовку своего персонала.

## СОСТАВ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ СУДОВЫХ ДИЗЕЛЕЙ

При сжигании углеводородных топлив в судовых дизелях наряду с безвредными для окружающей среды компонентами отработавших газов (ОГ) - кислородом, азотом и водяным паром в атмосферу выбрасываются также экологически вредные компоненты. Типичный состав ОГ судового малооборотного дизеля, работающего на режиме 100%-ной нагрузки, приведен на рис.1. Слева показано какие химические вещества вводятся в цилиндр с топливом, воздухом и смазочным маслом, а справа - какие выбрасываются в атмосферу в результате осуществления рабочих процессов в цилиндрах. Безвредные или нейтральные (CO<sub>2</sub>) вещества в сумме составляют 99,75% объема ОГ. Остальные 0,25% (или 2500 частей на миллион - ppm) включают в себя окислы азота NO<sub>x</sub> серы SO<sub>x</sub>, окись углерода CO, углеводороды C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> и твердые частицы (сажа, зола). Содержание частиц принято измерять в миллиграммах на кубический метр газа в нормальных условиях (мг/м<sup>3</sup>).

Окись углерода, сажа и углеводороды являются результатом полного сгорания топлива. В связи с большим избытком воздуха в судовых дизелях их количество невелико по сравнению с высокооборотными автотракторными дизелями и особенно - бензиновыми карбюраторными двигателями. Однако некоторые углеводороды, например, бензапирен,

обладают сильными канцерогенными свойствами. Поэтому, несмотря на малую концентрацию, проблема снижения выброса этих компонентов также актуальна.

Такие химические вещества, как NO<sub>x</sub>, CO, SO<sub>x</sub> и др., попадая в атмосферу, нарушают ее естественный экологический баланс за счет образования слабых кислот.

В таблице 1 приведены диапазоны значений выброса вредных компонентов с ОГ дизелей различного класса, указаны их предельно допустимые концентрации (ПДК) и характер воздействия на человека (данные ИМО).

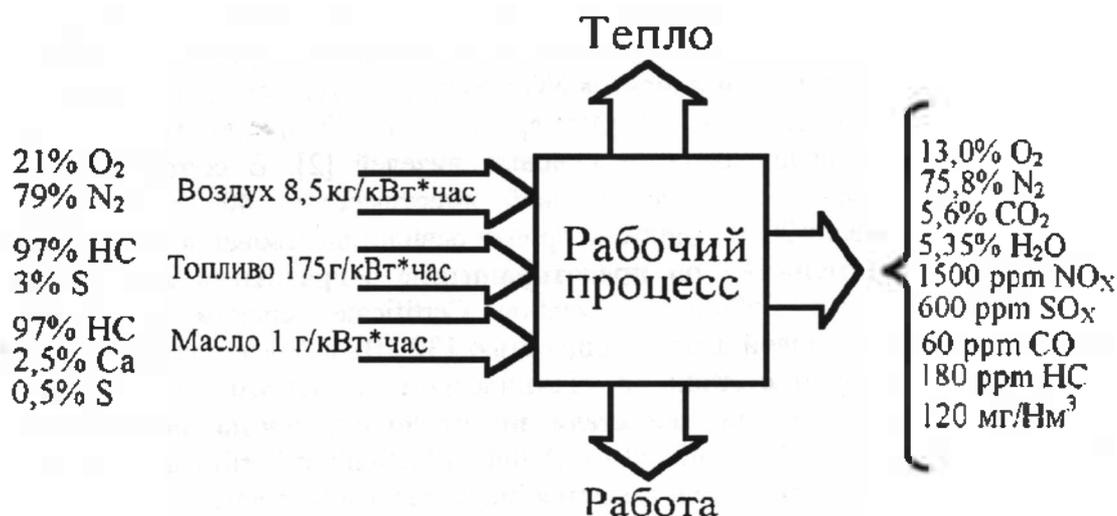


Рис.1 Типичный состав ОГ судового малооборотного дизеля

Таблица 1

Токсичные примеси в выпускных газах дизелей

Группа	Примеси	ПДК, ppm	Концентрация примеси, ppm	Концентрация, ppm и воздействие на человека
1	Азот N <sub>2</sub> , кислород O <sub>2</sub> , водяной пар H <sub>2</sub> O, углекислый газ CO <sub>2</sub>	—	—	—
2	Оксид углерода CO	8,0	50 – 5000	100 – хронич. отравление при длительном воздействии; 500 – слабое отравление через 1 час; 10000 – потеря сознания после нескольких вдохов
3	Оксиды азота: NO, NO <sub>2</sub>	0,9 в пересчете на N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	40 – 2000	13 – раздражение слизист. оболочек носа и глаз; 40 – 80 – отёк легких
4	Углеводородные соединения C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	—	130 – 470	раздражение слизист. оболочек, образование опухолей
5	Альдегиды: акролеин C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> CHO (жидкость) формальдегид (газ) HCHO	0,1	10 – 40	5 – труднопереносимо; 70 – раздражение дыхательных путей и глаз
6	Сажа С	0,38	0.01 – 0,5 мг/л	Загрязнение воздуха и воды, ухудшение видимости
7	Сернистый ангидрид	0,12	30 – 500	17 – раздражение глаз; 40 – отравление через 3 минуты

Доля  $\text{NO}_x$  и  $\text{SO}_x$  в ОГ составляет более 80% от объема всех вредных выбросов, поэтому задача снижения эмиссии этих компонентов составляет стержень проблемы создания «экологически чистых» судовых дизелей. Содержание окислов серы в ОГ обусловлено наличием серы в топливе. При окислении серы в камере сгорания дизеля образуются  $\text{SO}_2$  и  $\text{SO}_3$ , причем преимущественно  $\text{SO}_2$  (соотношение 15:1). Образование окислов азота в камере сгорания дизеля обусловлено наличием больших количеств азота, кислорода и высокими температурами в отдельных зонах расслоенного заряда. Окисление азота начинается при температурах выше  $1500^\circ\text{K}$ , а при  $2300^\circ\text{K}$  и более реакция протекает достаточно быстро (время реакции порядка  $10^{-2} - 10^{-6}$  с).

Образование окиси азота происходит в зонах топливного факела, где смесь приближается по составу к стехиометрической, а локальная температура может достигать  $2500^\circ\text{K}$ , и, хотя максимальная среднемассовая температура в дизелях не превышает  $2000^\circ\text{K}$ , указанное обстоятельство обуславливает высокие значения эмиссии  $\text{NO}_x$ . Окислы азота образуются также из-за наличия азота в топливе. Как показали исследования, азот, содержащийся в топливе, значительно более активен в химических реакциях окисления по сравнению с атмосферным азотом.

### ХАРАКТЕРИСТИКИ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ

Для измерения эмиссии вредных выбросов используются следующие характеристики:

- состав газообразных выбросов  $C_i$ , %;
- скорость выделения выбросов  $E_i$ , кг/ч;
- удельный выброс  $e_i$ , кг/кВт\*ч;
- выброс на 1 кг топлива  $\varepsilon_i$  кг/кг<sub>топлива</sub>.

Характеристики вредных выбросов, связанных между собой следующими соотношениями:

$$E_i = \varepsilon_i \cdot G_T ,$$

где  $G_T$  – расход топлива на двигатель, кг/ч;

$$e_i = E_i / N_e \text{ или } e_i = \varepsilon_i \cdot g_e ,$$

где  $N_e$  – эффективная мощность двигателя, кВт;

$g_e$  – удельный эффективный расход топлива, кг/кВт\*ч.

$$C_i = k \cdot (E_i / G_r) \cdot 100\% ,$$

где  $G_r$  – массовый расход газов, кг/ч;

$k$  – коэффициент, равный отношению молекулярной массы газов к молекулярной массе вредного компонента, т.е.  $k = \mu_r / \mu_i$ .

Например, для окислов азота:  $\mu_r = 29,3$ ;  $\mu_{\text{NO}_x} = 44,4$ ; тогда  $k = 0,66$ .

Расход газов через двигатель можно представить следующим образом:

через расход топлива  $G_T$ , кг/ч

$$G_r = (\varphi_a \cdot \alpha \cdot L_0' + 1) \cdot G_T ,$$

где  $\alpha$  – коэффициент избытка воздуха при сгорании;

$\varphi_a$  – коэффициент продувки;

$L_0'$  – теоретическая масса воздуха, необходимая для сгорания 1 кг топлива.

После подстановки последней формулы в уравнение для  $C_i$ , и несложных преобразований получим:

$$C_i = \frac{k \cdot \epsilon_i}{\varphi_a \cdot \alpha \cdot L_0' + 1} \quad (1)$$

Из формулы (1) следует, что объемная концентрация вредных компонентов в ОГ зависит от степени их разбавления воздухом, поэтому для сравнения уровня их эмиссии для различных дизелей  $C_i$  приводят (пересчитывают) к концентрации избыточного кислорода сухих ОГ (после конденсации паров  $H_2O$ ), равной 15%.

Вследствие изменения условий смесеобразования и сгорания топлива в цилиндре дизеля, при его работе на различных скоростных и нагрузочных режимах меняются количества выделяемых с ОГ вредных компонентов. На рис.2 показана типичная картина эмиссии окислов азота судовым четырехтактным дизелем VASA 32 (фирма «Wärtsilä») при работе по винтовой (1) и нагрузочной (2) характеристикам.

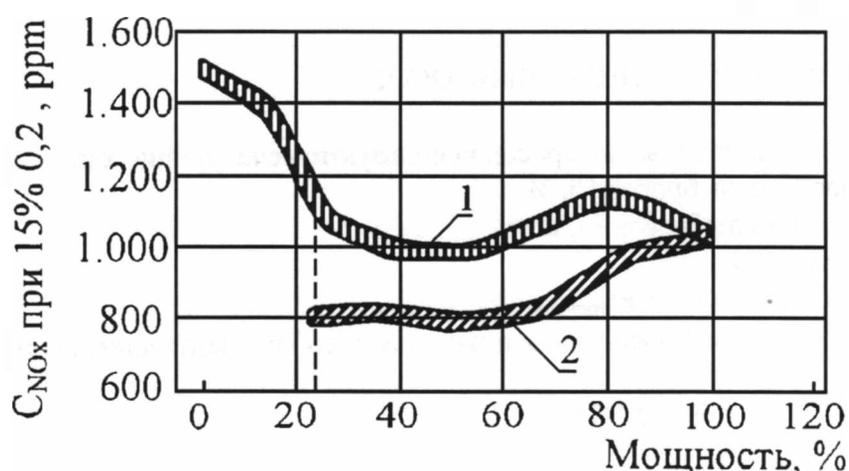


Рис.2 Эмиссия окислов азота с ОГ судового среднеоборотного дизеля при работе на режимах винтовой (1) и нагрузочной (2) характеристик

По данным фирмы «MAN B & W» величина эмиссии вредных компонентов в зависимости от серии, числа цилиндров, уровня форсировки, может существенно отличаться. Так, например, для дизелей серии MCE величина  $C_{NOx}$  составляет в среднем 1000 ppm (0,1%), тогда как дизели более ранних выпусков (серия GFCA) имеют эмиссию  $NOx$ , порядка 1600 ppm.

### БОРЬБА С ВРЕДНЫМИ ВЫБРОСАМИ СУДОВЫХ ДИЗЕЛЕЙ

В настоящее время действующие законодательства по выбросам морского транспорта имеют местный характер. Приведем ряд примеров:

- запрещена работа вспомогательных двигателей паромов в порту Гетеборг (требуется подключение к береговой сети);
- ограничено использование тяжелого топлива с высоким содержанием серы на парамах в портах Стокгольм и Хельсинки;
- заданы пределы для выбросов окислов азота и серы дизелями речных судов в определенных районах штата Калифорния (США).

Ограничения на эмиссию окислов азота, сформулированные в Приложении VI МК МАРПОЛ 73/78 и техническом Кодексе иллюстрируются графиком на рис.3.



Рис.3. Зависимость допустимой величины *средневзвешенного* удельного выброса NOx от частоты вращения двигателя (измерения  $e_{NOx}$  должны проводиться в соответствии с международным стандартом ISO 8178 – испытательные циклы E2/E3/D2)

Зависимость между частотой вращения двигателя и допустимой величиной  $e_{NOx}$ , объясняется, в основном, сокращением продолжительности (при возрастании  $n$ ) высокотемпературной стадии горения топлива, иными словами – времени, отводимого на образование NOx. Это обстоятельство подтверждается экспериментальными данными на рис.2: при одной и той же нагрузке при работе на винт эмиссия NOx, в среднем больше на 20%. Пренебрегая некоторыми отличиями в динамике и скорости смесеобразования, примем постоянство продолжительности высокотемпературной стадии горения по углу поворота коленчатого вала  $\varphi_{zo}$ . Тогда время горения  $\tau_{zo} = \varphi_{zo}/(6 \cdot n)$ . Так, например, при  $n = 50\%$  и нагрузке 22,5% выбросы NOx для винтовой характеристики в два раза больше, чем для нагрузочной.

Как уже отмечалось ранее, выбросы SOx, обусловлены содержанием серы в топливе. Снизить выброс SOx, можно двумя путями:

1. Снизить содержание серы в топливе путем его очистки.
2. Уменьшить выброс SOx, в атмосферу путем очистки ОГ.

Несмотря на то, что очистка топлива от серы на перерабатывающих заводах ведет к его удорожанию, этот вариант, по-видимому, будет использоваться как основной. Это обусловлено тем обстоятельством, что удаление SOx, из ОГ путем пропуска через устройства мокрой очистки (скрубберы) потребует также очень больших капитальных вложений. Возникают также проблемы в связи с необходимостью хранения и сдачи на берег серной кислоты слабой концентрации (большие объемы жидкостей потребуют достаточных емкостей), а, следовательно, приведут к повышению эксплуатационных расходов.

Упомянутое выше Приложение VI к Конвенции МАРПОЛ 73/78 запрещает использование на судах топлива с содержанием серы более 4,5%, а в особых зонах – более 1,5%.

Борьбу с выбросом NOx, можно вести первичными методами, воздействуя на рабочие процессы дизелей таким образом, чтобы уменьшить количество образующихся NOx, в цилиндрах.

В свою очередь, первичные методы можно разделить на две группы:

а) требующие изменения конструкции дизеля или отдельных его элементов, реализуемых при разработке новых дизелей:

- совершенствование системы впрыска и смесеобразования дизеля;
- совершенствование системы турбонаддува;
- выбор оптимального газораспределения;

- выбор оптимальной частоты вращения коленчатого вала;
- организация вихревого движения заряда в камере сгорания и др.;

б) не требующие существенного изменения конструкции, реализация которых возможна при незначительной модернизации двигателя:

- перевод дизеля на работу на водотопливной эмульсии (ВТЭ);
- изменение фаз топливоподачи;
- рециркуляция части отработавших газов и др.

В настоящее время реальную апробацию прошли первые два способа реализованные фирмой «MAN B & W». Физический смысл влияния этих факторов на эмиссию NOx, состоит в том, что в обоих случаях уменьшается температура газов при сгорании топлива, определяющая скорость образования NOx в цилиндре.

На рис.4 приведены результаты испытания судового малооборотного дизеля фирмы «MAN B & W» 7L90GSCA при работе на водотопливной эмульсии в сочетании с уменьшенным углом опережения подачи топлива. В верхней части рисунка приведены кривые изменения объемной концентрации NOx, в ОГ (в пересчете на 15% O<sub>2</sub>) в зависимости от содержания воды в ВТЭ для двух режимов: 100%-ной мощности (MCR) и 81%-ной мощности. Штриховой горизонтальной линией показан предельный уровень C<sub>NOx</sub> = 600 ppm, установленный агентством по предотвращению загрязнения окружающей среды США (EPA). В нижней части рисунка показано, как при этом увеличивается удельный эффективный расход топлива.

Результаты испытаний позволили определить оптимальные значения факторов для достижения требуемого уровня эмиссии:

доля присадочной воды 22%;

угол опережения подачи уменьшен на 2°ПКВ.

Удельный эффективный расход топлива увеличивается при этом на 2 г/кВт\*ч, что обусловлено увеличением продолжительности впрыска топлива и снижением максимального давления сгорания.

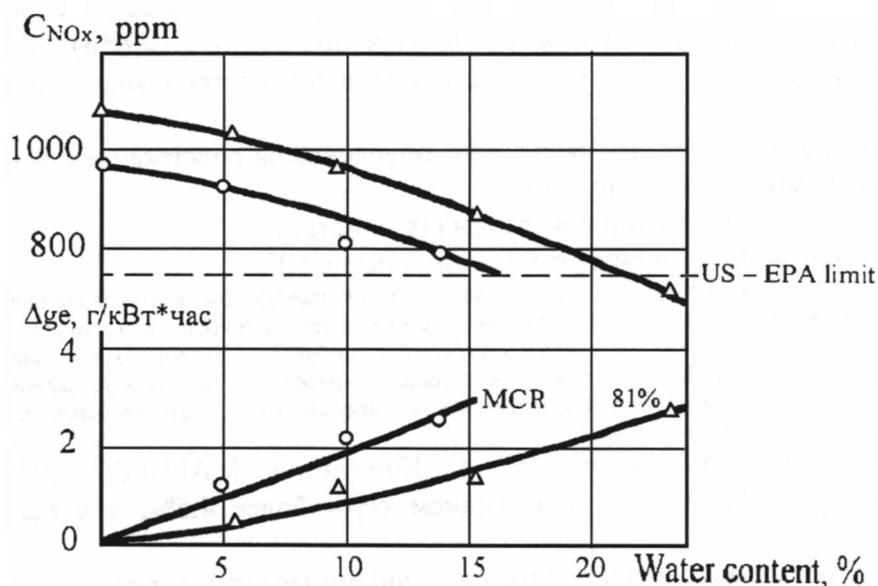


Рис.4 Изменение концентрации NOx в отработавших газах судового дизеля 7L90GSCA и его топливной экономичности при работе на ВТЭ

Специалисты полагают, что более существенный эффект может быть достигнут при рециркуляции части отработавших газов из выпускной системы на всасывание центробежного компрессора. При этом уменьшается концентрация кислорода в смеси газов в

цилиндре, возрастают теплоемкость и газовая постоянная рабочего тела и, как следствие – уменьшается температура газов в цилиндре при сгорании топлива. Оба фактора обуславливают уменьшение количества NOx, образующихся в цилиндре. Однако перепуск газов ведет к снижению коэффициента избытка воздуха при сгорании, поэтому этот способ применим, когда имеется достаточный «запас» по воздуху (например, на малых нагрузках). В судовых дизелях, работающих на высокосернистых топливах, этот способ неприемлем, так как в ОГ, перепускаемых на всасывание, содержится значительное количество SOx. При наличии паров воды в наддувочном воздухе будет происходить интенсивное образование серной кислоты в воздушном тракте и цилиндрах при продувке. Аналогичные проблемы возникают (в меньшей степени) и при работе дизелей на ВТЭ: опыт работ в Северном морском пароходстве показал интенсивное коррозионное разрушение газовыпускного тракта.

Фирма «Wärtsilä» разработала и испытала на своих дизелях серий VASA 32 и VASA 46 систем впрыска воды и подачи пара в цилиндры для снижения выбросов NOx. Отмечается существенный эффект (до 70% снижения эмиссии NOx). Практическое внедрение на судах получила также технология увлажнения наддувочного воздуха дизелей путем впрыска заборной воды за центробежным компрессором (НАМ).

К первичным методам снижения эмиссии можно отнести также выбор оптимального режима работы дизеля. Например, если главный двигатель нагружен винтом регулируемого шага, то для снижения эмиссии NOx, малый и средний ход целесообразно осуществлять на режиме  $n = \text{const}$  (см. рис.2), т.е. изменять скорость судна только за счет изменения шага винта. Это позволяет снизить выброс NOx, на 10 - 25% по сравнению с режимами комбинаторной кривой.

В целом, по мнению специалистов, за счет первичных методов реально можно достигнуть снижения эмиссии NOx, на 30 - 70%. Если международными законодательствами будут введены более жесткие требования по ограничению выбросов, первичных методов будет недостаточно. В этом случае необходимо использовать вторичные методы или их комбинацию с первичными.

В настоящее время предлагается лишь одна технология для сокращения выбросов NOx, – селективная каталитическая очистка ОГ (SCR — Selective Catalytic Reduction). Суть ее заключается в том, что ОГ пропускаются через реактор, содержащий катализатор. В реактор подается газообразный аммиак NH<sub>3</sub>. При температуре ОГ в пределах 350 - 450°C в реакторе протекают химические реакции между NOx и NH<sub>3</sub>, результатом которых являются безвредные продукты: азот и водяной пар.

Проблематичны в этом методе высокая стоимость и большие габариты системы. Габариты SCR реактора равны примерно половине габаритов дизеля (рис.5). Расходы на установку и эксплуатацию SCR – реакторов в существенной степени зависят от заданной степени очистки ОГ от NOx. По данным фирмы «Wärtsilä» при увеличении степени очистки с 50 до 90% увеличение расходов на эксплуатацию составляет 250% (с 1 доллара США на 1000 кВт\*ч до 2,5 долларов на 1000 кВт\*ч в ценах 1992 года).

В настоящее время в опытной эксплуатации находятся несколько судов с малооборотными дизелями фирмы «MAN B & W», а с 1992 года введен в эксплуатацию паром с дизелем фирмы «Wärtsilä» типа VASA GR32E (схема установки изображена на рис.5), снабженных SCR-установками.

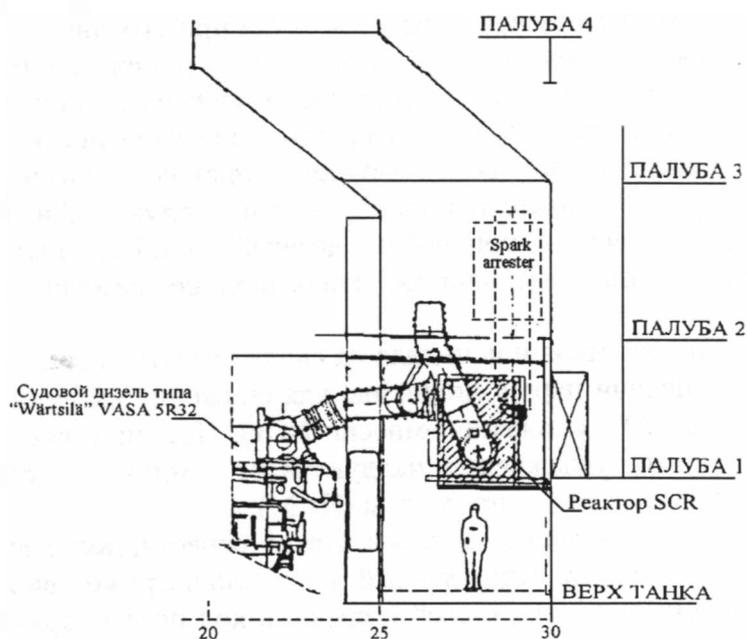


Рис.5 Схема установки с SCR реактором

В связи с тем, что температура ОГ среднеоборотного двигателя достаточно высока, SCR реактор размещают после турбины. В малооборотных дизелях приходится устанавливать их до газотурбонагнетателей, что вызывает ряд проблем эксплуатации: из-за большого объема реактора ухудшаются характеристики системы наддува, понижается надежность турбины из-за утечек непрореагировавшего аммиака и катализаторной пыли, не решена проблема загрязнения катализатора сажей и золой. На основании обобщения имеющегося опыта специалисты считают, что на ближайшие годы для судовых установок предпочтительным является сокращение выбросов NOx с помощью первичных методов.

## МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СПРАВКИ

### Приложение 3 к "Руководству по техническому надзору за выбросами NOx при освидетельствовании судов" [5]

Перечень проверок для метода сверки параметров двигателя.

1 Отдельные параметры двигателя могут быть освидетельствованы различными способами, причем одного из них должно быть достаточно для демонстрации соответствия фактического значения проверяемого параметра его проектному значению. Старший механик судна с учетом рекомендаций изготовителя дизеля и при одобрении Регистра может выбрать наиболее предпочтительный способ проверки.

Рабочие параметры дизеля, существенно влияющие на выбросы NOx значения которых изменяются в зависимости от нагрузки, например, такие как давление наддува, максимальное давление сгорания, температура наддувочного воздуха, температура отработавших газов, должны быть представлены для проверки в виде, позволяющем установить влияние изменения этих параметров на изменение выброса NOx. При этом необходимо убедиться, что степень сжатия в дизеле соответствует исходной при первоначальной сертификации (см. п.1.7 этого приложения).

- .1 параметр “угол опережения впрыска топлива” проверяется по:
  - .1. положению кулачка валика ТНВД (каждого отдельного кулачка или валика в целом, если кулачки не регулируются) например, по положению промежуточного звена между валиком и приводом насоса;
  - .2. фактическому началу впрыска, измеренному путем:
    - регистрации (осциллографирования) давления топлива при определенных положениях рейки;
    - регистрации начала открытия запорного клапана топливовпрыскивающего устройства (например, иглы распылителя форсунки с помощью индукционного или емкостного датчика) при определенных значениях нагрузки;

**Примечание:** при оценке значения установленного угла опережения впрыска топлива необходимо знать допуски на его установку, удовлетворяющие нормам выбросов NOx, и предпочтительно в графической форме иметь зависимость выбросов NOx от угла опережения впрыска, построенную по результатам стендовых испытаний.

- .2 параметр “форсунка” проверяется по:
  - .1. спецификации;
  - .2. перечню идентифицирующих особенностей;
- .3 параметр “ТНВД” проверяется по:
  - .1. спецификации;
  - .2. перечню идентифицирующих особенностей, определяющих конструкцию плунжера и втулки;
- .4 параметр “кулачок ТНВД” проверяется по:
  - .1. перечню идентифицирующих особенностей, определяющих профиль;
  - .2. началу и концу подачи для определенного положения рейки ТНВД (динамические измерения давления топлива);
- .5 параметр “давление впрыска” проверяется только для обычных разделенных топливоподающих систем по:
  - .1. зависимому от нагрузки давлению в трубке и графику его корреляции с выбросами NOx;
- .6 параметр “камера сгорания” проверяется по:
  - .1. перечню идентифицирующих признаков для крышки цилиндра и головки поршня;
- .7 параметр “степень сжатия” проверяется по:
  - .1. фактическому надпоршневому зазору;
  - .2. вкладышам поршневого пальца или шатуна;
- .8 параметр “тип и конструкция турбокомпрессора” проверяется по:
  - .1. модели и спецификации (идентифицирующие признаки);
  - .2. зависимому от нагрузки давлению наддува и графику его корреляции с выбросами NOx;
- .9 параметр “охладитель наддувочного воздуха, преднагреватель сжатого воздуха” проверяется по:
  - .1. модели и спецификации;
  - .2. зависимой от нагрузки температуре наддувочного воздуха, приведенной к эталонным условиям, и графику ее корреляции с выбросами NOx;
- .10 параметр “фазы газораспределения” проверяется только для четырехтактных двигателей по:
  - .1. положению кулаков;
  - .2. фактическим углам открытия и закрытия клапанов;
  - .3. фактической продолжительности открытия клапанов;

- .11 параметр “впрыск воды” проверяется по:
  - .1. зависимому от нагрузки расходу воды (дозирование) и графику его корреляции с выбросами NO<sub>x</sub>;
- .12 параметр “эмульсионное топливо” проверяется по:
  - .1. зависимому от нагрузки положению рейки ТНВД (дозирование);
  - .2. зависимому от нагрузки расходу воды (дозирование) и графику его корреляции с выбросами NO<sub>x</sub>;
- .13 параметр “рециркуляция отработавших газов” проверяется по:
  - .1. зависимому от нагрузки массовому расходу рециркулируемых газов (дозирование) и графику его корреляции с выбросами NO<sub>x</sub>;
  - .2. концентрации CO<sub>2</sub> в смеси свежего воздуха и рециркулируемых отработавших газов, например, в “продувочном воздухе” (контроль);
  - .3. концентрации O<sub>2</sub> в “продувочном воздухе” (контроль);
- .14 параметр “селективная каталитическая очистка” СКО (SCR) проверяется по:
  - .1. зависимому от нагрузки расходу активной среды (дозирование) и графику его корреляции с концентрацией NO<sub>x</sub> на выходе из реактора;
  - .2. зависимому от нагрузки значению концентрации NO<sub>x</sub> за СКО (SCR) (периодический контроль).

2 Для двигателей с селективной каталитической очисткой газов, не регулируемой с помощью обратной связи, измерения NO<sub>x</sub> (периодические проверки или мониторинг) полезны для проверки того, что эффективность СКО (SCR) соответствует состоянию во время сертификации, независимо ни от внешних условий, ни от качества топлива, влияющих на выбросы с неочищенными отработавшими газами.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Приложение VI «Предотвращение загрязнения атмосферы с судов»: Международная Конвенция MARPOL 73-78, книга III. С-Петербург. ЗАО ЦНИИМФ. 2000 г. Стр. 1 – 83.
2. Технический Кодекс по выбросам окислов азота от судовых дизелей : Международная Конвенция MARPOL 73-78, книга III. С-Петербург. ЗАО ЦНИИМФ. 2000 г. Стр. 84 – 281.
3. Руководство по техническому надзору за предотвращением загрязнения атмосферы с судов. Российский Морской Регистр Судоходства. С-Петербург. 2000 г.
4. Руководство по техническому надзору за выбросами окислов азота (Nox) при изготовлении главных и вспомогательных судовых дизелей. Российский Морской Регистр Судоходства. С-Петербург, 2000 г.
5. Руководство по техническому надзору за выбросами окислов азота (Nox) при освидетельствованиях судов. Российский Морской Регистр Судоходства. С-Петербург. 2000 г.

## ДЕЛОВАЯ ИГРА

Деловая игра проводится на персональных компьютерах в течение 4 академических часов. В качестве объекта используется компьютерная программа “Расчет индикаторной диаграммы дизеля и эмиссии NO<sub>x</sub>” (разработка ГМА). Содержанием деловой игры является моделирование пунктов 1-12 метода сверки параметров и анализ влияния упомянутых в них параметров на величину выброса NO<sub>x</sub> конкретного судового дизеля.

## КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СУДОВЫХ ДИЗЕЛЕЙ, ОБНАРУЖЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ

### ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СУДОВОГО ДИЗЕЛЯ ПО ПАРАМЕТРАМ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ

Назначением любого ДВС является получение механической работы. Характеристикой полученной работы в судовых условиях удобно принять величину среднего по цилиндрам дизеля среднего индикаторного давления -  $P_i$ , бар. Этот параметр определяется при индицировании дизеля и служит для оценки его индикаторной мощности. Среднее индикаторное давление в каждом цилиндре дизеля ( $p_i$  или MIP) примерно пропорционально цикловой подаче топлива. В эксплуатации мерой массы подаваемого в цилиндры топлива является положение топливорегулирующих органов ТНВД (рейка, эксцентрикные валики). В дальнейшем будем использовать обобщенный параметр- указатель нагрузки (УН).

Индицирование судовых дизелей и оценка по его результатам технического состояния проводится при нагрузках не менее 50% от номинальной. Имея данные стендовых и ходовых испытаний можно построить графически зависимость  $P_i$  от УН. В качестве примера на рис. 1 а приведена такая зависимость для главного судового дизеля фирмы Sulzer типа 6RTA58 (6ДКРН 58/170).

Основные данные двигателя:

диаметр цилиндра  $D = 0,58$  м;

ход поршня  $S = 1,7$  м;

номинальная мощность  $N_e = 9540$  кВт;

номинальная частота вращения  $n = 127$  об/мин;

среднее эффективное давление  $P_e = 1,672$  бар;

давление наддувочного воздуха (избыточное)  $P_s = 2,15$  бар;

удельный эффективный расход топлива  $g_e = 180$  г/(кВт\*ч) при  $Q_n = 42700$  кДж/кг.

Двигатель имеет изобарный наддув, обеспечиваемый одним турбокомпрессором фирмы MAN B & W типа NA57 ( $n_{TK} = 12700$  об/мин).

Если бы не было влияния на рабочие процессы дизеля меняющихся параметров внешней среды, топлива различного качества, подрегулировок топливной аппаратуры и других факторов (будем называть их в дальнейшем эксплуатационными факторами),  $P_i$  и УН были бы связаны между собой «жестко», т.е. на графике мы бы имели одну линию  $P_i = f(\text{УН})$ . Влияние эксплуатационных факторов приводит к рассеиванию точек относительно линии  $P_i = f(\text{УН})$  и мы получаем поле значений  $P_i$  в функции УН.

На рис.1.а это поле ограничено двумя параллельными прямыми (сплошные линии). Штриховая линия соответствует среднеэксплуатационным значениям  $P_i$ .

По аналогии с рассмотренной номограммой для  $P_i$  построены также зависимости давления наддувочного воздуха в ресивере  $P_s$ , (рис.1.б) и температуры отработавших газов за цилиндром  $t_r$  (рис.1.в) от указателя нагрузки. На всех номограммах представлены средние по цилиндрам значения показателей рабочего процесса двигателя. Привлечение дополнительных зависимостей необходимо для приближенной оценки причины неисправности дизеля, так как по номограмме  $P_i$  можно зафиксировать только сам факт неудовлетворительной работы дизеля.

Пользуются номограммами следующим образом. Например, после обработки результатов одного из индицирований главного двигателя Sulzer 6RTA58 были получены следующие значения контролируемых параметров:

средний за время индицирования УН 6,90 ед.;

среднее по цилиндрам  $P_i$  12,84 бар;

средняя по цилиндрам  $t_r$  355°C.

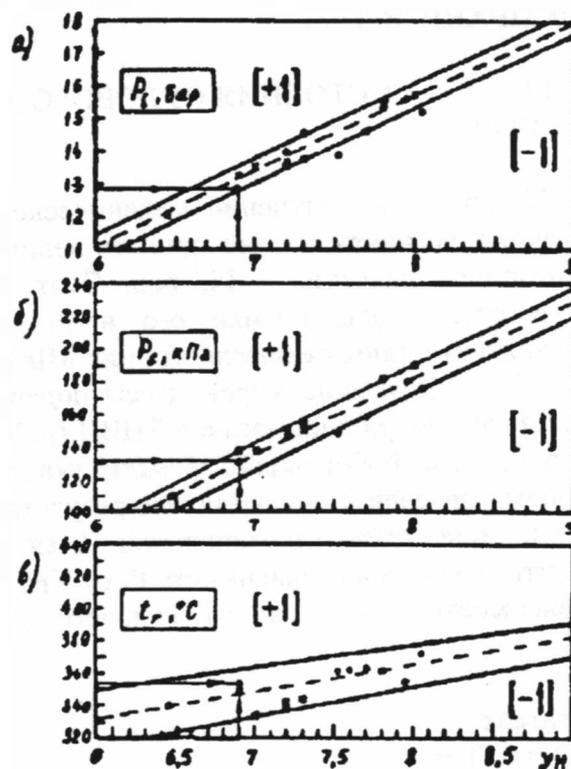


Рис.1. Номограммы для контроля технического состояния дизеля Sulzer 6RTA58

По этим данным на графиках рис.1 наносим экспериментальные точки, характеризующие данный рабочий режим дизеля. В рассмотренном примере на всех трех номограммах экспериментальные точки расположены в областях допустимых значений параметров рабочего процесса для данной нагрузки дизеля. На этом основании в первом приближении можно считать, что двигатель находится в нормальном техническом состоянии.

Необходимо также проанализировать качество рабочих процессов в отдельных цилиндрах (см. раздел 2).

Неисправности и неполадки в работе дизеля можно разделить на две группы. К первой группе следует отнести те из них, которые приводят к резкому снижению мощности двигателя вплоть до полной его остановки. Поиск причин появления этих неисправностей обычно не вызывает трудностей, так как в ЦПУ поступает соответствующая информация от системы централизованного контроля.

Ко второй группе следует отнести те неисправности в системах топливоподачи и воздухообеспечения, которые не приводят к резкому изменению параметров рабочих процессов, а «накапливаются» постепенно в процессе эксплуатации. Выявление их на фоне изменения контролируемых параметров в различных условиях плавания судна довольно сложная задача. Для более детального анализа технического состояния дизеля следует также проанализировать весь комплекс показаний штатных контрольно-измерительных приборов. Места замера параметров приведены на рис.2.

Для облегчения первичного анализа технического состояния дизеля составлен перечень кодированных неисправностей, представленный в табл.1. Кодирование информации облегчает анализ. Осуществляется оно по следующему принципу. Если нанесенная на номограмму экспериментальная точка располагается выше верхней ограничительной линии поля, то этому событию приписывается код [+1], если ниже нижней ограничительной линии код [-1]. При попадании точки в поле допустимых значений записывается код [0].

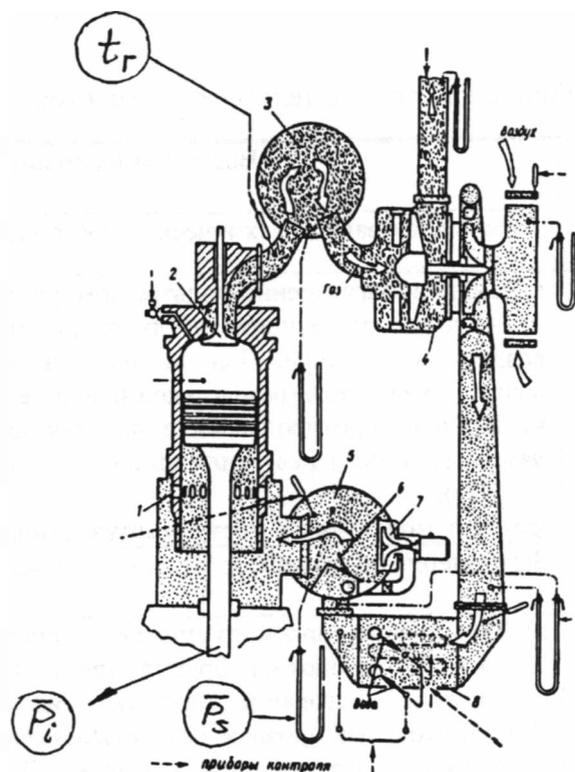


Рис.2. Схема системы воздухообеспечения главного судового дизеля с прямоточно - клапанным газообменом и изобарным наддувом

Для рассмотренного выше примера будем иметь код

$P_i$	$P_s$	$t_r$
[0]	[0]	[0]

В ряде случаев одним и тем же кодам соответствуют 2-3 неисправности. Это связано с тем, что разные неисправности вызывают однозначные отклонения контролируемых параметров. Для того чтобы детализировать диагноз, в этих случаях необходимо (если имеется возможность) привлечь «дополнительные признаки». Например, в п.4 табл.1 для идентификации неисправностей в подпунктах «б» и «в» необходимо проверить, нет ли существенного отклонения угла начала впрыска топлива или разности  $P_{max} - P_{comp}$ .

Эти параметры измеряются системой НК-5, их нормальные значения (для рассматриваемого в качестве примера дизеля в функции УН) приведены на рис.3. Здесь использованы обозначения, применяемые в информационной системе НК-5:  $\alpha_{FPopen}$  - угол начала впрыскивания топлива;  $G(dur)$  - продолжительность впрыскивания топлива, °ПКВ;  $VIT_{co}$  - настройка механизма изменения угла опережения подачи топлива.

В п/п 2, 3 и 4 таблицы записаны соответственно 2-я и 3-я группы кодов, они соответствуют разным уровням неисправностей: высокому/среднему/начальному.

Рекомендуемые значения предельных отклонений:

$P_i$  - [+/- 0,5 бар];  $P_s$  - [+/- 10 кПа];  $t_r$  - [+/- 15°C].

Допустимые отклонения: углы +/-1°ПКВ;  $P_{max} - P_{comp}$  +/-5 бар

Обобщенная таблица для оценки технического состояния дизеля в целом

Коды	Возможные неисправности			
	$P_i$	$P_s$	$t_r$	
1.	[0]	[0]	[0]	Дизель в исправном техническом состоянии
2.	[-1] [0]	[-1] [-1]	[+1] [+1]	а). Сильное загрязнение фильтра компрессора б). Сильное загрязнение воздухоохладителя наддувочного воздуха с воздушной стороны. Дополнительный признак: перепад давлений на воздухоохладителе (нормальное значение 0,4 – 0,6 кПа). в). Высокое противодавление за турбиной. Дополнительный признак: давление газов перед утилизационным котлом (нормальное значение 2 – 3 кПа). Во всех случаях может иметь место помпаж компрессора!
3.	[-1] [0]	[-1] [-1]	[0] [0]	Загрязнение проточной части компрессора
4.	[-1] [0] [0]	[+1] [+1] [+1]	[+1] [+1] [0]	а). Загрязнение соплового аппарата и проточной части турбины. Могут иметь место помпаж и вибрация турбокомпрессора б). Плохое сгорание топлива из-за неисправных форсунок. Дополнительный признак: разность давлений $P_{max} - P_{сomp}$ . в). Слишком поздняя подача топлива. Дополнительный признак: угол начала впрыска.
5.	[0]	[0]	[+1]	Загрязнение выпускных клапанов. Возможен помпаж компрессора.
6.	[-1]	[-1]	[-1]	а). Топливо очень низкого качества (обводнено, характеристики не соответствуют паспорту) б). Сильный износ топливной аппаратуры. Дополнительный признак: максимальное давление и продолжительность впрыскивания топлива.

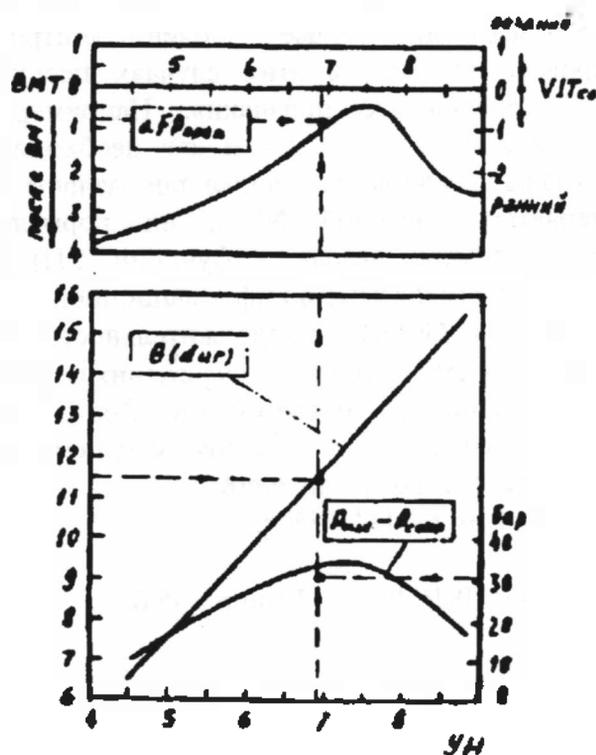


Рис.3. Дополнительные данные к анализу рабочих процессов в цилиндрах дизеля Sulzer 6RTA58

## АНАЛИЗ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ В ОТДЕЛЬНЫХ ЦИЛИНДРАХ ДИЗЕЛЯ

Практика эксплуатации дизелей показывает, что в некоторых случаях неисправности возникают не во всех цилиндрах одновременно, а в одном - двух. Некоторые из неисправностей можно идентифицировать при традиционном анализе распределения нагрузки по цилиндрам дизеля. Независимо от способа индицирования дизеля (механическим индикатором «Майгак», электронной системой того или иного типа) обязательными показателями для анализа рабочих процессов в цилиндрах являются: давление конца сжатия –  $P_c$  ( $P_{comp}$ ), максимальное давление сгорания -  $P_z$  ( $P_{max}$ ), среднее индикаторное давление –  $P_i$  (MIP) и температура выхлопных газов за цилиндром –  $t_r$  ( $t_{ex}$ ). Дополнительно (см. материалы для справки) при индицировании электронными диагностическими комплексами определяются: угол достижения  $P_z$  –  $\alpha_{P_{max}}$  и давление газов в цилиндре на линии расширения  $P_{exp}$ . Оценка рабочих процессов в отдельных цилиндрах осуществляется по отклонениям показателей от их средних значений. При этом сама процедура анализа не формализована. Исследования, проведенные ГМА им.адм. С.О.Макарова показали, что для анализа технического состояния цилиндров можно применить заранее составленную таблицу неисправностей (см.таблицу 2). Покажем на конкретном примере как ей пользоваться.

В результате индицирования дизеля Sulzer 6RTA58 на режиме УН = 6,9;  $n = 128$  об/мин получены данные, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИНДИЦИРОВАНИЯ ДИЗЕЛЯ 6RTA58 ПРИ ПОМОЩИ СИСТЕМЫ НК-5

№ цил.	$P_{comp}$	$P_{max}$	$P_i$	$t_r$
1	80.90	109.4	12.67	352
2	81.30	114.3	12.86	365
3	81.22	112.3	12.69	340
4	79.03	111.3	13.28	350
5	82.80	115.0	12.47	362
6	82.09	113.3	12.62	360
Среднее	81.06	112.6	12.84	355
Допуск. диапазон	78.06 84.06	108.1 117.1	12.39 13.29	340 370

В предпоследней и последней строках таблицы приведены рассчитанные средние арифметические значения параметров по цилиндрам и допускаемые диапазоны их изменения. Допускаемый диапазон рассчитывается по следующей схеме:

Доп. диапазон = Средняя величина +/- Уставка.

Уставкой принято называть допускаемое отклонение контролируемого параметра от его эталонного значения (в данном случае эталонным является среднее арифметическое значение параметра).

Величины уставок можно определить на основании требований ПТЭ судовых дизелей путем пересчета допускаемых отклонений параметров в процентах на размерные величины (с округлением):

Показатель	Откл.	Уставка
$P_{comp}$	+/- 2.5	+/- 2.5 бар
$P_{max}$	+/- 3.5	+/- 4.0 бар
$P_i$	+/- 2.5	+/- 0.4 бар
$t_r$	+/- 5.0	+/- 15 °C

Для удобства пользования таблицей неисправностей (табл.3) необходимо закодировать

информацию, представленную в таблице 2. Поступаем следующим образом. Каждый из четырех контролируемых параметров в каждом цилиндре сопоставляем с допуском для него диапазоном значений. Если величина параметра не выходит за пределы диапазона, записываем код [ 0 ], меньше нижнего предела - [-1], больше верхнего - [+1].

Информация, представленная в таблице 2, в кодах будет выглядеть следующим образом:

№ цил	Pcomp	Pmax	Pi	tr
1	[ 0 ]	[ 0 ]	[ 0 ]	[ 0 ]
2	[ 0 ]	[ 0 ]	[ 0 ]	[ 0 ]
3	[ 0 ]	[ 0 ]	[ 0 ]	[ 0 ]
4	[ 0 ]	[ 0 ]	[ 0 ]	[ 0 ]
5	[ 0 ]	[ 0 ]	[ 0 ]	[ 0 ]
6	[ 0 ]	[ 0 ]	[ 0 ]	[ 0 ]

что свидетельствует о нормальном протекании рабочих процессов во всех цилиндрах дизеля (с учетом анализа, выполненного ранее в разделе 1).

Таблица 3

Неисправности в отдельных цилиндрах

	Коды				Неисправности
	Pcomp	Pmax	Pi (MIP)	tr (Tex)	
1.	[ 0 ]	[ 0 ]	[ 0 ]	[ 0 ]	Рабочий процесс в цилиндре протекает нормально.
2.	[-1]	[-1]	[-1]	[+1]	Нарушена плотность цилиндра (прогорание выпускного клапана или поломка поршневых колец).
	[-1]	[-1]	[ 0 ]	[+1]	
3.	[ 0 ]	[+1]	[+1]	[-1]	Слишком ранний впрыск и воспламенение топлива.
	[ 0 ]	[+1]	[+1]	[ 0 ]	
	[ 0 ]	[+1]	[ 0 ]	[ 0 ]	
4.	[ 0 ]	[-1]	[-1]	[ 0 ]	Слишком поздний впрыск и воспламенение топлива.
	[ 0 ]	[-1]	[ 0 ]	[ 0 ]	
5.	[ 0 ]	[-1]	[-1]	[-1]	Уменьшена цикловая подача топлива (цилиндр недогружен, неисправен ТНВД).
	[ 0 ]	[ 0 ]	[-1]	[-1]	
	[ 0 ]	[ 0 ]	[ 0 ]	[-1]	
6.	[ 0 ]	[+1]	[+1]	[+1]	Увеличена цикловая подача (неправильная регулировка ТНВД).
	[ 0 ]	[ 0 ]	[+1]	[+1]	
	[ 0 ]	[ 0 ]	[ 0 ]	[+1]	
7.	[ 0 ]	[-1]	[-1]	[+1]	Плохое сгорание топлива (неисправны форсунки).
	[ 0 ]	[-1]	[ 0 ]	[+1]	

В заключение следует отметить два весьма важных обстоятельства:

1. Для получения достоверных результатов анализа рабочих процессов в отдельных цилиндрах нужно учитывать, что даже при волнении моря до 3-х баллов в определенных условиях (океанская зыбь, например) имеют место значительные перемещения топливорегулирующего вала ТНВД. Поэтому рекомендуется при индицировании фиксировать значение УН в момент включения НК-5 на замер в каждом цилиндре. Если по внешним условиям не удастся обеспечить на время замеров стабильность УН с точностью до 0,2 деления шкалы, то пользоваться таблицей 2 нельзя, так как по параметрам Pmax и Pi будут получены неверные результаты.
2. Не рекомендуется на основании единственного замера принимать решение о регулировке двигателя, замене форсунок и других профилактических мероприятиях. «Сигнал» о

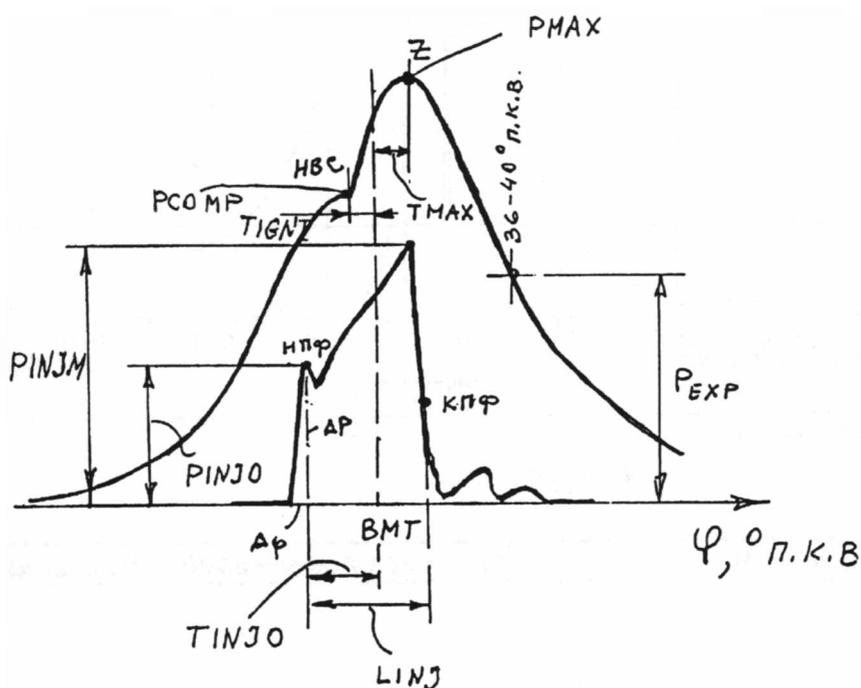
неисправности может быть обусловлен случайным отклонением параметров, сбоем в измерительной аппаратуре. Если же данные анализа показывают стабильный результат по измерениям, выполненным в различное время, то их можно принять как окончательные.

## ТРЕНАЖЕРНЫЙ ПРАКТИКУМ

### Справочная информация

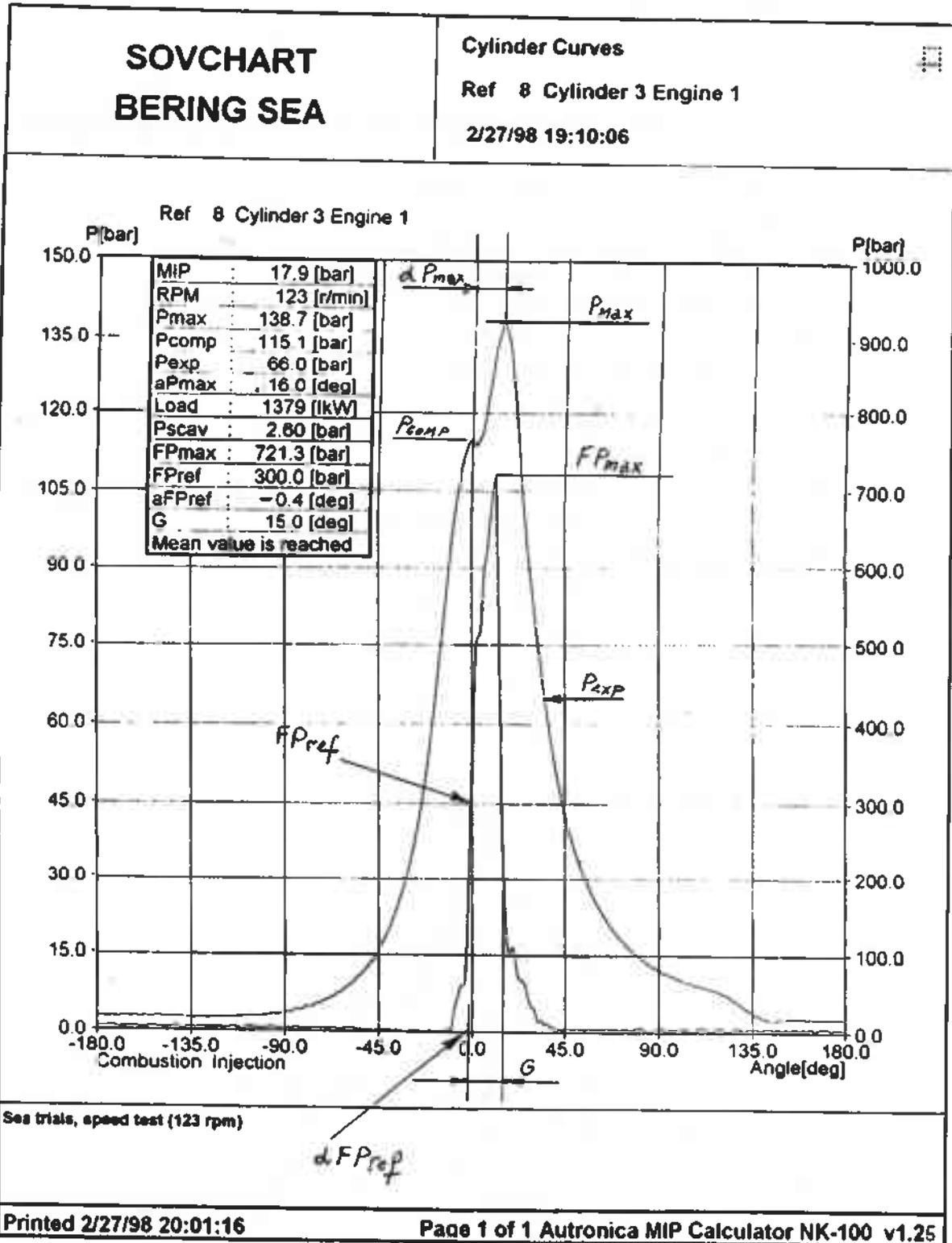
Обозначения параметров при индицировании цилиндров двигателя на тренажере DieselSim

- RPM частота вращения коленчатого вала, об/мин;
- PCOMP давление сжатия, бар;
- IKW индикаторная цилиндровая мощность, кВт;
- PMAX максимальное давление сгорания, бар;
- MIP среднее индикаторное давление, бар;
- PEXP давление на линии расширения, бар;
- TIGNI угол начала сгорания топлива, °ПКВ;
- TMAX угол достижения Pz, °ПКВ;
- MIP DEV девиация Pi, бар;
- INDEX индекс ТНВД;
- RISE скорость нарастания давления перед открытием иглы форсунки, бар/°ПКВ;
- PINJO давление топлива в момент начала впрыска, бар;
- PINJM давление впрыскивания, бар;
- TINJO угол начала подачи топлива, °ПКВ;
- LINJ продолжительность впрыска по углу, °ПКВ;
- PINJM DEV девиация Pвпр, бар.



$$\text{RISE} = \frac{\Delta P}{\Delta \varphi}$$

Примеры отображения информации при индицировании двигателя  
системой Autronica NK-100



Sea trials, speed test (123 rpm)

Printed 2/27/98 20:01:16

Page 1 of 1 Autronica MIP Calculator NK-100 v1.25

**UNICOM  
EAST SIBERIAN SEA**

**Engine Total State**

**Engine 1**

**7/31/99 19:22:32**

Parameter	Cylinder	1	2	3	4	5	6	Mean
MIP [bar]		16.5	16.6	16.7	17.4	16.7	16.4	16.7
RPM [r/min]		123	123	123	12	123	123	123
Pmax [bar]		130.2	132.9	137.0	131.3	131.5	132.1	132.5
Pcomp [bar]		109.2	107.4	106.9	110.5	107.4	108.2	108.3
Pexp [bar]		61.1	60.8	61.0	63.7	61.8	61.2	61.6
aPmax [deg]		15.0	14.5	14.0	15.0	14.5	13.5	14.4
Load [kW]		1270	1277	1286	1336	1290	1261	1287
Pscav [bar]		2.38	2.39	2.42	2.46	2.40	2.41	2.41
FPmax [bar]		619.6	612.4	629.0	620.3	632.5	643.0	626.2
FPref [bar]		300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0
aFPref [deg]		-0.5	-0.5	-1.3	-0.2	-0.5	-1.1	-0.7
G [deg]		14.7	14.2	14.9	15.1	15.0	15.3	14.9
Exhaust Temp		370	360	368	361	369	379	367.8
Pump Index		65	65	65	65	66	68	65.7
VIT		6.5	6.9	6.8	5.8	6.7	6.5	6.5

SumLoad [kW]      7720      Draft F [m]      Wind      1  
 TScav [deg]      47      Draft A [m]      Sea      28  
 Speed [Knots]      15.2      Turbobl原因 [RPM]      15530

**Задача 1. Анализ неисправностей в системе воздухообеспечения ГД**

Задача отрабатывается на тренажере "Dieselsim" после ознакомления с методикой, изложенной в разделе 1 и подготовке к работе на тренажере (изучение системы воздухообеспечения, контролируемые параметры). Подгруппа обучающихся в количестве не более 6 человек проходит тренажерную подготовку в течении 4 академических часов под руководством инструктора. Результаты заносятся в протокол, форма которого приведена ниже.

# B&W 6L90GFCA

Параметр	Код	Исправное техническое состояние	Неисправности					
			1	2	3	4	5	6
1. TP	504							
2. n	прибор							
3. Pi	503							
4. птк 1	прибор							
	птк 2	прибор						
5. Ps	прибор							
6. ts	прибор							
7. ΔРВО	SA013							
	SA014							
8. ΔРФ	SA016							
	SA017							
9. t <sub>г</sub>	прибор							
10. t <sub>от</sub>	EX016							
	EX017							
11. t <sub>мо</sub>	прибор							
12. Gs, %	прибор							
13. ΔРук	616							
14. Smoke indicator								

Диагнозы.

1. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Задача 2. Анализ результатов индицирования дизеля и оценка качества рабочих процессов по цилиндрам**

Задача отрабатывается каждым учащимся самостоятельно на компьютерном тренажере рабочего процесса дизеля (разработка кафедры ДВС и АСЭУ ГМА). Форма протокола приведена ниже.

№ цил.	Pc		Pmax		Pi		tg	
	значение	код	значение	код	значение	код	значение	код
1.								
2.								
3.								
4.								
5.								
6.								
Средн. знач.								

Уставки контролируемых параметров

Pc = ± 2,5 бар

Pmax = ± 4,0 бар

Pi = ± 0,35 бар

tg = ± 15°C

**Заключение:** \_\_\_\_\_

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

После ознакомления с интерфейсом компьютерного тренажера каждый обучаемый с помощью инструктора "моделирует" на одном цилиндре неисправности, перечисленные в таблице 2. Затем инструктор дает задание всей подгруппе "проиндицировать" все цилиндры дизеля с занесением результатов в протокол (при этом все цилиндры имеют отклонения параметров в пределах нормы). На этом этапе отрабатывается методика обработки результатов индицирования. Заключительным этапом является задание неисправностей каждому обучаемому индивидуально. Результаты выполнения задания засчитываются как часть выходного тестирования по тренажерному практикуму.

### Задача 2. Контрольное задание

№ цил.	P <sub>c</sub>		P <sub>max</sub>		P <sub>i</sub>		t <sub>r</sub>	
	значение	код	значение	код	значение	код	значение	код
1.								
2.								
3.								
4.								
5.								
6.								
Средн. знач.								

Уставки контролируемых параметров

P<sub>c</sub> = ± 2,5 бар

P<sub>max</sub> = ± 4,0 бар

P<sub>i</sub> = ± 0,35 бар

t<sub>r</sub> = ± 15°C

Заключение: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



**РАЗДЕЛ II**  
**ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ**  
**И**  
**РЕМОНТ**

## ТЕЗИСЫ ЛЕКЦИЙ

### ОБ ОСОБЕННОСТЯХ МК ПДМНВ – 78 ИЗМЕНЕННОЙ КОНФЕРЕНЦИЕЙ 1995 Г. (В ЧАСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ)

О структуре и назначении измененной в 1995 г. Конвенции

1. О взаимосвязи принятых поправок к правилам и включенного в Конвенцию нового одноименного Кодекса (около 80% текста), состоящего из двух частей: часть А – требования и часть В – рекомендации.
2. О распространении методологии Кодекса основанного на международных стандартах качества впервые примененной в международных конвенциях ИМО на изменение правил Конвенции 78.
3. О назначении Конвенции не только вводящей новые требования, но и обеспечивающей управление процессами подготовки и дипломирования моряков, включая управление подготовкой на судах кандидатов на получение диплома вахтенного механика
4. О правиле 1/1 (пункты 1.8, 1.22) и разделе А – I/1 “Определения и разъяснения” в части основополагающих дополнений и конкретизации ответственности старшего и второго механиков.
5. Об использовании стандартов качества в дополнениях и изменениях введенных в Конвенцию в 1995 г. для создания и реализации механизма управления процессом подготовки на судах кандидатов на получение диплома вахтенного механика.

Методические рекомендации

Рекомендации позволяющие слушателям проследить взаимосвязь применяемых в Конвенции стандартов качества (правило 1.8 и разделы А – I/8 и В – I/8) с:

- подготовкой на судах кандидатов на получение диплома и оценкой этой подготовки (правило 1/6 и разделы А – I/6 и В – I/6);
- ответственностью и обязанностями Компаний, капитанов и старших механиков судов по ознакомлению членов экипажа впервые направляемых на судно с незнакомым им оборудованием (правило 1/14, разделы А – I/14 и В – I/14);
- контролем выполнения требований (правило 1/4 разделы А – I/4 и В – I/4). О контроле следует смотреть также тезисы третьей лекции “Процедуры контроля судов государством порта”.

О требованиях к механикам главы III приложения и приложения I части А Кодекса

1. Глава III. Машинная команда. Правила III/1, III/2, III/3 и III/4 представляют информацию для прочтения.
2. Глава А – III. О требованиях в отношении машинной команды
  1. Особое внимание слушателей обращается к разделу А – III/1 о подготовке на судне кандидатов на получение диплома вахтенного механика и о требованиях к их компетентности. Рассматривается также взаимосвязь этого раздела с разделами А – I/6 и А – I/8.
  2. При рассмотрении таблицы А – III/1 (спецификация минимальных требований к компетентности вахтенных механиков) следует четко акцентировать, что к техническому обслуживанию на уровне эксплуатации относится не только функция ТО и Р, но и частично функция “Судовые механические установки” (две страницы таблицы III/1 имеют непосредственное отношение к ТО и Р через компетентность по использованию инструментов как для ТО и Р, так и для обнаружения неисправностей).

3. О требованиях по разделу и табл. А-III/2 к старшим и вторым механикам. В соответствии с темой лекции обращается внимание слушателей на то, что кроме функции ТО и Р на уровне управления и в двух других функциях также уделяется внимание техническому обслуживанию:
1. Функция морская механика на уровне управления:
    - в колонке 2 (2 стр. табл. А-III/2) «техническое обслуживание, как систем управления, так и грузовых устройств, и палубных механизмов»;
    - в колонке 2 (3 стр. табл. А-III/2) «техническое обслуживание механизмов, включая системы насосов и трубопроводов».
  2. Функция электрооборудование, электронная аппаратура и системы управления:
    - в колонках 1, 2, 4 (4 стр. табл. А-III/2) «обнаружение неисправностей, ТО электрооборудования, управление, включая диагностику неисправностей», и, что особенно важно, этим вопросам уделяется половина требований по этой функции.
4. О требованиях по несению вахты в соответствии с разделами А-VIII/1 и А-VIII/2.
- части 2-4 стр. 336, 368, 370, 372, 374 отдельные уточнения;
  - рассмотрение изложения требований части 3.2, «принцип несения ходовой вахты в машине» п.59-79 в части расстановки акцентов от обеспечения безопасности до выполнения плановых работ по ТО;
  - о цели расстановки акцентов как повышение влияния требований пунктов, выполнение которых обуславливается немедленным или возможно быстрым принятием конкретного решения.

Тестирование по МК ПДМНВ в форме ответов на поставленные вопросы в части определений и разъяснений касающихся ТО и Р и по таблице А – III/1.

## ОБ ОСНОВНЫХ АСПЕКТАХ МКУБ (ISM CODE) В ЧАСТИ ОБЯЗАННОСТЕЙ КОМПАНИЙ И СУДОВ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ТРЕБОВАНИЙ РАЗДЕЛА 10-ОГО «ТО И Р СУДНА И ОБОРУДОВАНИЯ».

О некоторых факторах, обуславливающих их взаимодействие с МКУБ

1. человеческий фактор и ошибки операторов;
2. влияние морской транспортной системы государств на гибель судов;
3. влияние возраста судов на их гибель;
4. МКУБ и МК СОЛАС – 74, МАРПОЛ 73 / 78 и ПДМНВ – 78.

### Методические рекомендации о взаимосвязи общих положений МКУБ и выполнению требований раздела 10.

1. Преамбула МКУБ:
  - п.1 в аспекте обеспечения международного стандарта в управлении безопасной эксплуатацией судов (БЭС);
  - п.5 и 6, принципиальные разъяснения, обуславливающие приверженность делу и мотивацию лиц на всех уровнях и влияющие на эффективность функционирования МКУБ.
2. Раздел 1.
  - §1.2. Цели, п.1.2.2.3 о постоянном улучшении навыков судовых экипажей (СЭ) по управлению безопасностью;
  - §1.4. Функциональные требования к системе управления безопасностью (СУБ); п.6 о включении функциональных требований в процедуры проведения внутренних аудиторских проверок и процедур пересмотра управления (в части повышения

эффективности функционирования СУБ).

### 3. Раздел 4. Назначенное лицо (лица).

- конкретизация понятия «Назначенное лицо», ответственность и полномочия назначенного лица;
- о структуре персонала Компании, функционирующего под руководством назначенного лица.

### 4. Раздел 6. Ресурсы и персонал.

- §6.4. О процедурах понимания соответствующих норм, правил, кодексов и руководств всем персоналом Компаний и судов, вовлеченных в реализацию и совершенствование СУБ.

### 5. Раздел 7. Разработка планов проведения операций на судах.

- об установлении Компанией процедур подготовки планов и инструкций по проведению ключевых операций на судах в части ТО и Р.

Об управлении процессами ТО и Р в соответствии с требованиями раздела 10-го МКУБ после сертификации Компаний и судов.

### 1. О расширении обязанностей и задач суперинтендантов и механиков судов.

- Требования о документальных подтверждениях выполнения всех процедур по СУБ в части ТО и Р. Документирование всех уровней проверки, как основа управления процессом ТО и Р;
- Уровни внутреннего контроля (“суперинтендант – старший механик (СМХ)”, “СМХ – механики судна”, “механики судна – рядовой состав”) по выполнению требований процедур, влиянию несоответствий и принятию корректирующих действий, как механизм повышения эффективности функционирования процессов ТО и Р. Задачи назначенного лица во внутреннем контроле;
- Уровни внешнего контроля: “признанная организация - компания”, “признанная организация - судно”. Освидетельствования как форма совершенствования и проверки функционирования СУБ;
- Внутренние и внешние проверки как механизм управления процессами ТО и Р судна и оборудования.

### 2. §10.1 раздела 10-го МКУБ.

- об установлении процедур обеспечения ТО и Р в соответствии с любыми дополнительными требованиями, установленными компанией. Роль суперинтенданта и старшего механика в практическом аспекте этих процедур.

### 3. §10.2 раздела 10-го МКУБ.

- практические аспекты выполнения требований п.1, 2, 3, 4, §10.2 по анализу функционирования СУБ в различных Компаниях, о формах контроля и механизма управления выполнением процедур по этим требованиям. О стандартных нормах отчетных документов по ТО и Р. Об обратной связи “компания - судно” по результатам анализа этих документов. О процедурах в руководстве технического департамента.

### 4. §10.3 раздела 10-го МКУБ.

- о рассмотрении документации Компанией по выполнению требований МКУБ о внезапных отказах и специальных мерах, направленных на обеспечение надежности СТС, внезапный отказ которых может создать опасные ситуации;
- о перспективах и формах чек - листов в части инициативы суперинтендантов и СМХ по специальным мерам обеспечения надежности;
- обзор чек-листов, разработанных АО СМП об эксплуатации ГД с выключением цилиндра из-за перечисленных в чек – листах (стр.6-7) отказах различных узлов ГД;
- об участии в составлении чек-листов рабочей группы под руководством отдела координации СУБ Компании.

#### 5. Об отчетных документах по §10.3.

- о снижении внезапных отказов при применении комплексной системы ТО и Р;
- об обмене опытом суперинтендантов Компаний в части дальнейших корректирующих действий по снижению внезапных отказов, разработке процедур и выполнению их требований.

#### 6. §10.4 раздела 10-го МКУБ.

- о сути требования «включаться в текущее техническое обслуживание и ремонт», что означает выполнение проверок, корректирующих действий, специальных мер по обеспечению работоспособности.

7. Заключение. Чем больше будет корректирующих действий по совершенствованию процедур, тем быстрее начнется повышение эффективности в части раздела 10-20 МКУБ «Техническое обслуживание судна и оборудования». Под повышением эффективности функционирования МКУБ следует понимать снижение аварийных случаев (АС) с судами, т.е. снижение уровня допустимого ущерба от АС, включая гибель людей при авариях и кораблекрушениях по техническим видам АС.

Тестирование по МКУБ в части ТО и Р на уровне управления с использованием чек-листов §10.3 и формулировки предложения по своему судну в части внезапного отказа и специальных мер, направленных на обеспечение надежности.

## ОБ ОСОБЕННОСТЯХ КОНТРОЛЯ СУДОВ В ПОРТАХ ПОСЛЕ СЕРТИФИКАЦИИ ПО МКУБ (В ЧАСТИ ОТНОСЯЩЕЙСЯ К МЕХАНИКАМ)

### Введение.

1. Кратко о правовых основах контроля, структура контроля и использование первоисточников;
2. На что следует обратить внимание в Резолюции ИМО А.787 (19) XI 1998 г. «Процедуры контроля судов государством порта» (PSC) (в дальнейшем резолюция);
3. О меморандумах, их роли и статистических отчетах по результатам контроля судов порта.

### Основные положения Резолюции.

1. Определения;
2. Три стадии контроля;
3. Взаимосвязь трех первых определений и трех стадий контроля;
4. О среднем трехлетнем проценте задержания судов.

### Основные положения по задержанию судов.

1. Руководство по контролю эксплуатационных требований.
2. Руководство в отношении содержания судов.

### О меморандумах.

1. Роль и обязанности Меморандумов до и после включения главы XI в МК СОЛАС – 74 «Специальные меры по безопасной эксплуатации судов».
2. Районы деятельности базы данных о контроле;
3. Годовые и трехлетние статистические отчеты меморандумов.
4. Об инициаторах выполнения внеплановых инспекций

## БАЗОВЫЕ КОНВЕНЦИИ И ДОКУМЕНТЫ

Базовыми международными Конвенциями для нас являются:

1. МК по охране человеческой жизни на море (СОЛАС – 74). SAFETY OF LIFE AT SEA (SOLAS – 74).
2. МК по предотвращению загрязнений с судов (МАРПОЛ – 73/78). PREVENTION OF POLLUTION FROM SHIPS (MARPOL – 73/78).
3. МК о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты (ПДМНВ – 78). STANDARDS OF TRAINING, CERTIFICATION AND WATCHKEEPING FOR SEAFARERS (STCW - 78).

Базовыми Документами, принятыми ИМО в 1993 – 95 г.г., которые существенно усилили и стратегически изменили требования вышеприведенных МК в части безопасной эксплуатации судов являются:

1. Международный кодекс по управлению безопасной эксплуатацией судов и предотвращению загрязнений (МКУБ), принят в ноябре 1993 г.
2. Международный кодекс по подготовке и дипломированию моряков и несению вахты (Кодекс ПДМНВ), принят в июле 1995 г. SEAFARERS TRAINING, CERTIFICATION AND WATCHKEEPING (STCW CODE).
3. Резолюция ИМО А787(19) “Процедуры контроля государством порта”, принята в ноябре 1995 г. PROCEDURES FOR PORT STATE CONTROL (PSC).

Комментарий:

- МКУБ включен в МК СОЛАС – 74, глава IX “Управление безопасной эксплуатацией судов”. “MANAGEMENT FOR THE SAFE OPERATION OF SHIPS”.
- Кодекс ПДМНВ включен в МК ПДМНВ – 78 в 1995 г., части А и В этой Конвенции, измененной конференцией 1995 г. (ПДМНВ – 78/95). STCW – 78/95.
- Резолюция ИМО Процедуры контроля государством порта включена в главу XI МК СОЛАС – 74 “Специальные меры по повышению безопасности на море”. SPECIAL MEASURES TO ENHANCE MARITIME SAFETY.

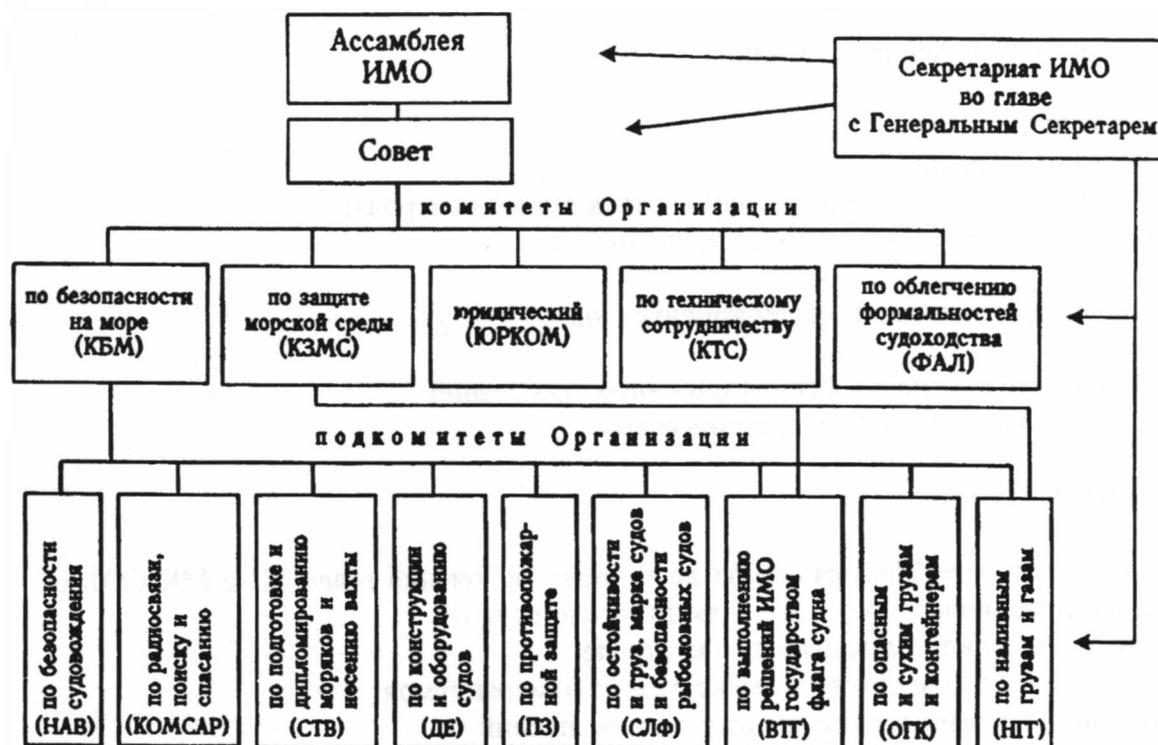


Рис. 1. Современная функциональная структура ИМО

# МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНВЕНЦИЯ О ПОДГОТОВКЕ И ДИПЛОМИРОВАНИИ МОРЯКОВ И НЕСЕНИИ ВАХТЫ

## СОДЕРЖАНИЕ КОНВЕНЦИИ 1978 ГОДА

Заключительный Акт Международной Конференции по подготовке и дипломированию) моряков 1978 года.

Документ 1. Международная конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978 года.

Статьи.

Приложение – Правила.

Глава I Общие положения (Правила I /1 – I /4).

Глава II Капитан – палубная команда (Правила II/1 – II /8).

Глава III Машинная команда (Правила III /1 – III /6).

Глава IV Радиотехническая служба.

Несение радиовахты и обслуживание радиооборудования (Правила IV/I – IV/3).

Глава V Специальные требования для танкеров (Правила V/1 – V/3).

Глава VI Специалисты по спасательным шлюпкам и плотам (Правило VI/1).

Документ 2. Резолюции, принятые Конференцией.

Резолюция 1. Инструкция для помощников капитана, несущих ходовую навигационную вахту.

Резолюция 2. Инструкция для механиков, несущих ходовую машинную вахту.

Резолюция 3. Принципы и инструкция для помощников капитана, несущих вахту в порту.

Резолюция 4. Принципы и инструкция для вахтенных механиков, несущих машинную вахту в порту.

Резолюция 5. Основные указания и инструкция для радиоспециалистов по несению радиовахты, обеспечивающей безопасность, и техническому обслуживанию радиоаппаратуры.

Резолюция 6. Основные указания и инструкция для операторов–радиотелефонистов по несению радиовахты, обеспечивающей безопасность.

Резолюция 7. Радиооператоры.

Резолюция 8. Дополнительная подготовка рядового состава, несущего ходовую навигационную вахту.

Резолюция 9. Минимальные требования к лицу рядового состава, назначенному выполнять обязанности помощника вахтенного механика.

Резолюция 10. Подготовка и квалификация лиц командного и рядового состава нефтяных танкеров.

Резолюция 11. Подготовка и квалификация лиц командного и рядового состава танкеров–химовозов.

Резолюция 12. Подготовка и квалификация капитанов, лиц командного и рядового состава танкеров–газовозов.

Резолюция 13. Подготовка и квалификация лиц командного и рядового состава судов, перевозящих опасные грузы, иные чем перевозимые навалом/наливом.

Резолюция 14. Подготовка радиоспециалистов.

Резолюция 15. Подготовка операторов–радиотелефонистов.

Резолюция 16. Техническая помощь, оказываемая для подготовки и квалификации капитанов и других ответственных лиц, служащих на борту нефтяных танкеров, танкеров–химовозов и танкеров–газовозов.

Резолюция 17. Дополнительная подготовка капитанов и старших помощников крупных судов или судов, имеющих необычные маневренные характеристики.

- Резолюция 18. Подготовка с помощью радиолокационного тренажера.
- Резолюция 19. Подготовка моряков в отношении способов личного выживания.
- Резолюция 20. Подготовка по применению средств предупреждения столкновений.
- Резолюция 21. Международный профессиональный стандартный диплом.
- Резолюция 22. Взаимоотношения между членами экипажа.
- Резолюция 23. Содействие техническому сотрудничеству.

## СОДЕРЖАНИЕ КОНВЕНЦИИ ИЗМЕНЕННОЙ В 1995 ГОДУ

Заключительный акт конференции сторон международной конвенции о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978 года.

Международная конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978 года.

Документ 1.

Резолюция 1. принятие поправок к приложению к международной конвенции о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978 года.

Приложение.

Глава I. Общие положения.

Глава II. Капитан и палубная команда.

Глава III. Машинная команда.

Глава IV. Радиосвязь и радиоспециалисты.

Глава V. Требования к специальной подготовке персонала определенных типов судов.

Глава VI. Функции, относящиеся к аварийным ситуациям, охране труда, медицинскому уходу и выживанию.

Глава VII. Альтернативное дипломирование.

Глава VIII. несение вахты.

Документ 2.

Резолюция 2. Принятие кодекса по подготовке и дипломированию моряков и несению вахты.

Приложение 1. Кодекс по подготовке и дипломированию моряков и несению вахты (кодекс ПДМНВ).

Часть А. Обязательные требования в отношении положений приложения к конвенции ПДМНВ.

Глава I. Требования в отношении общих положений.

Глава II. Требования в отношении капитана и палубной команды.

Глава III. Требования в отношении машинной команды.

Глава IV. Требования в отношении радиоспециалистов.

Глава V. Требования в отношении подготовки экипажей определенных типов судов.

Глава VI. Требования в отношении функций, связанных с аварийными ситуациями, охраной труда, медицинским уходом и выживанием.

Глава VII. Требования в отношении альтернативного дипломирования.

Глава VIII. Требования в отношении несения вахты.

Приложение 2. Кодекс по подготовке и дипломированию моряков и несению вахты (ПДМНВ).

Часть В. Рекомендуемое руководство в отношении положений конвенции ПДМНВ и приложения к ней.

Руководство в отношении положений статей.

Руководство в отношении положений приложения к конвенции ПДМНВ.

Глава I. Руководство в отношении общих положений.

Глава II. Руководство в отношении капитана и палубной команды.

Глава III. Руководство в отношении машинной команды.

Глава IV. Руководство в отношении радиосвязи и радиоспециалистов.

Глава V. Руководство в отношении специальных требований к подготовке персонала определенных типов судов.

Глава VI. Руководство в отношении функций, связанных с аварийными ситуациями, охраной труда, безопасностью, медицинским уходом и выживанием.

Глава VII. Руководство в отношении альтернативного дипломирования.

Глава VIII. Руководство в отношении несения вахты.

Документ 3. Другие резолюции конференции.

Резолюция 3. Положения переходного периода.

Резолюция 4. Подготовка радиооператоров для глобальной морской системы связи при бедствии и для обеспечения безопасности (ГМССБ).

Резолюция 5. Подготовка персонала пассажирских судов ро-ро в отношении управления и поведения человека в чрезвычайных ситуациях.

Резолюция 6. Подготовка персонала пассажирских судов.

Резолюция 7. Мониторинг применения альтернативного дипломирования.

Резолюция 8. Содействие техническим знаниям, навыкам и профессионализму моряков.

Резолюция 9. Разработка международных требований к состоянию здоровья моряков.

Резолюция 10. Подготовка морских лоцманов, персонала служб управления движением судов и морского персонала, занятого на морских передвижных установках.

Резолюция 11. Содействие техническому сотрудничеству.

Резолюция 12. Вклад всемирного морского университета (ВМУ) в достижение повышенных стандартов морской подготовки.

Резолюция 13. Пересмотр типовых курсов подготовки, опубликованных международной морской организацией.

Резолюция 14. Содействие участию женщин в морской отрасли.

## ГЛАВА I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### Правило I/1. Определения и разъяснения

1. Для целей настоящей Конвенции, если специально не предусмотрено иное:
  1. «Правила» означает правила, содержащиеся в Приложении к Конвенции;
  2. «Одобен» означает одобрен Стороной в соответствии с настоящими правилами;
  3. «Капитан» означает лицо, командующее судном;
  4. «Лицо командного состава» означает члена экипажа, не являющегося капитаном, назначаемого таковым согласно национальному закону или правилами либо, за их отсутствием, согласно коллективному договору или обычаю;
  5. «Помощник капитана» означает лицо командного состава, имеющее квалификацию в соответствии с положениями главы II Конвенции;
  6. «Старший помощник капитана» означает лицо командного состава, следующее по должности после капитана, на которое возлагается командование судном в случае неспособности капитана командовать судном;
  7. «Механик» означает лицо командного состава, имеющее квалификацию в соответствии с положениями главы III Конвенции;
  8. «Старший механик» означает старшего по должности механика, ответственного за двигательную установку и эксплуатацию и техническое обслуживание механических и электрических установок на судне;

- .9. «Второй механик» означает механика, следующего по должности после старшего механика, на которого возлагается ответственность за двигательную установку и эксплуатацию и техническое обслуживание механических и электрических установок судна в случае неспособности старшего механика нести такую ответственность;
- .10. «Механик - стажер» означает лицо, проходящее подготовку, чтобы стать механиком и назначаемое таковым согласно национальному закону или правилам;
- .11. «Радиооператор» означает лицо, обладающее соответствующим дипломом, выданным или признаваемым Администрацией на основании положений Регламента радиосвязи;
- .12. «Лицо рядового состава» означает члена экипажа судна, не являющегося капитаном или лицом командного состава;
- .13. «Прибрежное плавание» означает плавание у берегов Стороны, как оно определено такой Стороной;
- .14. «Мощность двигательной установки» означает общую максимальную длительную выходную мощность всех главных судовых двигательных установок, измеряемую в киловаттах, которая указывается в свидетельстве о регистрации судна или ином официальном документе;
- .15. «Обязанности по радиослужбе» охватывают, соответственно, несение радиовахты, техническое обслуживание и ремонт, проводимые согласно Регламенту радиосвязи, Международной конвенции по охране человеческой жизни на море и, по усмотрению Администрации, соответствующим рекомендациям Организации;
- .16. «Нефтяной танкер» означает судно, построенное и используемое для перевозки нефти и нефтепродуктов наливом;
- .17. «Танкер - химовоз» означает судно, построенное или приспособленное и используемое для перевозки наливом любых жидких химических веществ, перечисленных в главе 17 Международного Кодекса постройки и оборудования судов, перевозящих опасные химические вещества наливом;
- .18. «Газовоз» означает судно, построенное или приспособленное и используемое для перевозки наливом любых сжиженных газов или других продуктов, перечисленных в главе 19 Международного Кодекса постройки и оборудования судов, перевозящих сжиженные газы наливом;
- .19. «Пассажирское судно ро-ро» означает пассажирское судно с грузовыми помещениями с горизонтальным способом погрузки и выгрузки или помещения специальной категории, как определено в Международной конвенции по охране человеческой жизни на море 1974 года, с поправками;
- .20. «Месяц» означает календарный месяц или 30 дней, составленные из периодов продолжительностью менее одного месяца;
- .21. «Кодекс ПДМНВ» означает Кодекс по подготовке и дипломированию моряков и несению вахты (ПДМНВ), одобренный резолюцией 2 Конференции 1995 года с возможными поправками;
- .22. «Функция» означает группу задач, обязанностей и ответственностей, оговоренных в Кодексе ПДМНВ, необходимых для эксплуатации судна, обеспечения охраны и безопасности человеческой жизни на море и защиты морской окружающей среды;
- .23. «Компания» означает владельца судна или любую другую организацию или лицо, такое как управляющий или фрахтователь по бербоут – чартеру, которые приняли на себя ответственность за эксплуатацию судна от судовладельца, и которые при этом согласились принять на себя все обязанности и ответственность, возложенные на компанию данными правилами;
- .24. «Надлежащий диплом» означает диплом, выданный и подтвержденный в соответствии с положениями данного Приложения и дающий право его законному владельцу работать в должности и выполнять связанные с этим функции на уровне ответственности, определенном в дипломе, на судне определенного вида, вместимости, мощности и вида двигательной установки, во время выполнения конкретного рейса.

## ГЛАВА I. ТРЕБОВАНИЯ В ОТНОШЕНИИ ОБЩИХ ПОЛОЖЕНИЙ

### Раздел А – I/1. Определения и разъяснения

1. Определения и разъяснения, содержащиеся в статье II и правиле I/1, применяются равным образом к терминам, используемым в частях А и В данного Кодекса. Кроме того, только в данном Кодексе употребляются следующие дополнительные определения:
  - .1. «Требование к компетентности» означает уровень профессиональной подготовки, который необходимо иметь для надлежащего выполнения функций на судне в соответствии с международно согласованными критериями, указанными в них, и включает предписанные стандарты или уровни знаний, понимания и продемонстрированных навыков;
  - .2. «Уровень управления» означает уровень ответственности, связанный с:
    - .1. работой в качестве капитана, старшего помощника капитана, старшего механика или второго механика на морском судне;
    - .2. обеспечением того, что все функции, и в пределах обозначенной области ответственности, выполняются должным образом;
  - .3. «Уровень эксплуатации» означает уровень ответственности, связанный с:
    - .1. работой в должности вахтенного помощника капитана или вахтенного механика либо механика судов с периодически безвахтенно обслуживаемыми машинными помещениями, либо радиоператора на морском судне; и
    - .2. поддержанием непосредственного контроля за выполнением всех функций, в пределах обозначенной области ответственности, в соответствии с надлежащими процедурами и под контролем лица, работающего на уровне управления в данной области ответственности;
  - .4. «Вспомогательный уровень» означает уровень ответственности, связанный с выполнением назначенных задач, обязанностей или ответственности на морском судне под контролем лица, работающего на уровне эксплуатации или управления;
  - .5. «Критерии для оценки» – записи, содержащиеся в колонке 4 таблиц «Спецификация по минимальным требованиям к компетентности» части А и помогающие экзаменатору определить, может ли кандидат выполнять соответствующие задачи, обязанности и нести ответственность; и
  - .6. «Независимая оценка» означает оценку, даваемую соответствующим образом квалифицированными лицами, независимыми от, или посторонними для оцениваемых должности или деятельности, с целью удостовериться в том, что внутренними административными и эксплуатационными процедурами на всех уровнях осуществляется руководство, они организованы, выполняются и контролируются таким образом, чтобы обеспечивалось их соответствие цели и содействовало достижению поставленных задач.

## ГЛАВА III ТРЕБОВАНИЯ В ОТНОШЕНИИ МАШИННОЙ КОМАНДЫ

Раздел А – III/1. Обязательные минимальные требования для дипломирования вахтенных механиков судов с традиционно обслуживаемым или периодически безвахтенно обслуживаемым машинным отделением

1. Образование и подготовка, требуемые пунктом 2.3 правила III/1, должны включать подготовку в мастерских, дающих навыки в эксплуатации механических и электрических установок, имеющих отношение к обязанностям механика.

#### Подготовка на судне

2. Каждый кандидат на получение диплома вахтенного механика судов с традиционно обслуживаемым или периодически безвахтенно обслуживаемым машинным отделением, с мощностью двигательной установки 750 кВт и более, должен пройти одобренную программу подготовки на судне, которая:
  - .1. обеспечивает, что в течение требуемого стажа работы на судне, кандидат получает систематическую практическую подготовку и опыт по задачам, обязанностям и ответственности вахтенного механика, принимая во внимание руководство раздела В – III/1 данного Кодекса;
  - .2. постоянно находится под контролем квалифицированного и дипломированного механика судов, где кандидат проходит одобренный стаж работы; и
  - .3. должным образом отражена в книжке регистрации подготовки моряка.

#### Требования к компетентности

3. Каждый кандидат на получение диплома вахтенного механика морских судов с традиционно обслуживаемым или периодически безвахтенно обслуживаемым машинным отделением и с мощностью главной двигательной установки 750 кВт или более, должен продемонстрировать умение на уровне эксплуатации выполнять задачи, обязанности и ответственность, перечисленные в колонке 1 таблицы А – III/1.
4. Минимальные знания, понимание и профессионализм, требуемые для получения диплома, перечислены в колонке 2 таблицы А – III/1.
5. Уровень знаний вопросов, перечисленных в колонке 2 таблицы А – III/1, должен быть достаточным для выполнения механиками своих обязанностей по несению вахты (типовой курс ИМО 7.04: вахтенный механик может оказать помощь).
6. Подготовка и опыт для достижения необходимых теоретических знаний, понимания и профессионализма, должны основываться на разделе А – VIII/1, часть 3-2 – принципы несения ходовой машинной вахты, и должны принимать во внимание соответствующие требования данной части и руководства, приведенного в части В данного Кодекса.
7. Кандидаты на получение диплома для работы на судах, на которых паровые котлы не являются частью их механической установки, могут быть освобождены от выполнения соответствующих требований таблицы А – III/1. Диплом, выдаваемый на такой основе, недействителен для работы на судах, на которых паровые котлы составляют часть механической установки, до тех пор, пока механик не выполнит требования к компетентности по вопросам, опущенным из таблицы А – III/1. Любое такое ограничение должно быть указано в дипломе и подтверждении.
8. Каждый кандидат на получение диплома должен представить доказательство получения требуемого стандарта компетентности в соответствии с методами демонстрации компетентности и критериями для оценки компетентности, приведенными в колонках 3 и 4 таблицы А – III/1.

#### Прибрежное плавание

9. Требования пунктов 2.2 и 2.3 правила III/1 могут варьироваться для механиков судов с мощностью главной двигательной установки менее 3000 кВт, занятых в прибрежном плавании, принимая во внимание безопасность всех судов, которые могут совершать плавание в тех же водах. Любое такое ограничение должно быть указано в дипломе и подтверждении.

**Таблица А – III/1. Спецификация минимальных требований к компетентности вахтенных механиков судов с традиционно обслуживаемым или периодически безвахтенно обслуживаемым машинным отделением**

Функция: Судовые механические установки на уровне эксплуатации

Колонка 1	Колонка 2	Колонка 3	Колонка 4
КОМПЕТЕНТНОСТЬ	ЗНАНИЯ, ПОНИМАНИЕ И ПРОФЕССИОНАЛИЗМ	МЕТОДЫ ДЕМОНСТРАЦИИ КОМПЕТЕНТНОСТИ	КРИТЕРИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНТНОСТИ
Использование соответствующих инструментов для изготовления деталей и ремонта, обычно выполняемых на судах	<p>Характеристики и ограничения материалов, используемых при постройке и ремонте судов и оборудования</p> <p>Характеристики и ограничения процессов, используемых для изготовления и ремонта</p> <p>Свойства и параметры, учитываемые при изготовлении и ремонте систем и компонентов</p> <p>Техника безопасности в условиях мастерских</p>	<p>Оценка доказательства, полученного на основе одного или более из следующего:</p> <p>.1. одобренная подготовка в мастерских</p> <p>.2. одобренный практический опыт и проверки</p>	<p>Определение важных параметров, изготовление типовых компонентов судна является соответствующим</p> <p>Выбор материала является соответствующим</p> <p>Изготовленные компоненты имеют оговоренные допуски</p> <p>Использование оборудования и инструментов является соответствующим и безопасным</p>
Использование ручных инструментов и измерительного оборудования для разборки, технического обслуживания, ремонта и сборки судовой установки и оборудования	<p>Проектные характеристики и выбор материалов, используемых при изготовлении оборудования</p> <p>Умение читать чертежи и инструкции</p> <p>Эксплуатационные характеристики оборудования и систем</p>	<p>Оценка доказательства, полученного на основе одного или более из следующего:</p> <p>.1. одобренная подготовка в мастерских</p> <p>.2. одобренный практический опыт и проверки</p>	<p>Применяемые меры безопасности являются соответствующими</p> <p>Выбор инструментов и запасных частей является соответствующим</p> <p>Разборка, осмотр, ремонт и сборка оборудования находятся в соответствии с наставлениями и хорошей практикой</p>
Использование ручных инструментов, электрического и электронного измерительного и испытательного оборудования для обнаружения неисправностей, технического обслуживания и ремонтных операций	<p>Требования по безопасности для работы с судовыми электрическими системами</p> <p>Конструкция и эксплуатационные характеристики судовых электрических систем постоянного и переменного тока и</p>	<p>Оценка доказательства, полученного на основе одного или более из следующего:</p> <p>.1. одобренная подготовка в мастерских</p> <p>.2. одобренный практический опыт и проверки</p>	<p>Применение процедур безопасности является удовлетворительным</p> <p>Выбор и использование оборудования для испытаний является соответствующим, и снимаемые показания являются точными</p> <p>Выбор процедур для проведения ремонта и</p>

	<p>оборудования</p> <p>Конструкция и эксплуатация электрического испытательного и измерительного оборудования</p>		<p>технического обслуживания находится в соответствии с наставлениями и хорошей практикой</p> <p>Ввод в эксплуатацию и проверки характеристик оборудования и систем после ремонта находятся в соответствии с наставлениями и хорошей практикой</p>
<p>Несение безопасной вахты в машинном отделении</p>	<p>Глубокое знание основных принципов несения ходовой машинной вахты, включая:</p> <p>.1. обязанности, связанные с приемом и сдачей вахты</p> <p>.2. обычные обязанности, выполняемые во время несения вахты</p> <p>.3. ведение машинного журнала и значения снимаемых показаний приборов</p> <p>.4. обязанности, связанные с передачей вахты</p> <p>Процедуры безопасности и аварийные процедуры; переход от дистанционного/автоматического к местному управлению всеми системами</p> <p>Меры безопасности, которые должны соблюдаться во время несения вахты и немедленные действия, которые должны предприниматься в случае пожара или инцидента, в особенности затрагивающих топливные и масляные системы</p>	<p>Оценка доказательства, полученного на основе одного или более из следующего:</p> <p>.1. одобренный стаж работы на судне</p> <p>.2. одобренный стаж подготовки на учебном судне</p> <p>.3. одобренная подготовка на тренажере, если это применимо</p> <p>.4. одобренная подготовка с использованием лабораторного оборудования</p>	<p>Несение, передача и уход с вахты соответствуют принятым принципам и процедурам</p> <p>Частота и сфера наблюдения за механическим оборудованием и системами соответствуют рекомендациям изготовителя и принятым процедурам, включая основные принципы несения ходовой машинной вахты</p> <p>Постоянно ведется надлежащая запись состояния и деятельности в отношении судовых механических систем</p>
<p>Использование английского языка в письменной и устной форме</p>	<p>Достаточное знание английского языка, позволяющее лицу командного состава использовать технические пособия и выполнять обязанности механика</p>	<p>Экзамен и оценка доказательства, полученного на основе практической инструкции</p>	<p>Пособия на английском языке, относящиеся к обязанностям механика, правильно понимаются</p> <p>Связь осуществляется четко и понятно</p>
<p>Эксплуатация главных</p>	<p><i>Главные</i></p>	<p>Экзамен и оценка</p>	<p>Операции планируются и</p>

<p>и вспомогательных механизмов и связанных с ними систем управления</p>	<p><i>установки и вспомогательные механизмы:</i></p> <p>.1 подготовка к работе главной силовой установки и вспомогательных механизмов</p> <p>.2. эксплуатация паровых котлов, включая систему сжигания топлива</p> <p>.3. способы проверки уровня воды в котлах и необходимые действия при нарушении нормального уровня</p> <p>.4. обнаружение типичных неисправностей механизмов и установок в машинном и котельном отделениях и меры по предотвращению поломок</p>	<p>доказательства, полученного на основе одного или более из следующего:</p> <p>.1. одобренный стаж работы на судне</p> <p>.2. одобренный стаж подготовки на учебном судне</p> <p>.3. одобренная подготовка на тренажере, если это применимо</p> <p>.4. одобренная подготовка с использованием лабораторного оборудования</p>	<p>выполняются в соответствии с установленными правилами и процедурами по обеспечению безопасности эксплуатации и избежанию загрязнения морской окружающей среды</p> <p>Отклонения от нормы быстро выявляются</p> <p>Работа силовой установки и механических систем постоянно отвечает требованиям, включая команды с мостика, относящиеся к изменениям скорости и направления движения</p> <p>Причины неисправностей механизмов быстро выявляются и предпринимаются действия для обеспечения общей безопасности судна и установки с учетом преобладающих обстоятельств и условий</p>
<p>Эксплуатация насосных систем и связанных с ними систем управления</p>	<p><i>Насосные системы:</i></p> <p>.1. обычные обязанности по эксплуатации насосных систем</p> <p>.2. эксплуатация льяльной, балластной и грузовой насосных систем</p>	<p>Экзамен и оценка доказательства, полученного на основе одного или более из следующего:</p> <p>.1. одобренный стаж работы на судне</p> <p>.2. одобренный стаж подготовки на учебном судне</p> <p>.3. одобренная подготовка на тренажере, если это применимо</p> <p>.4. одобренная подготовка с использованием лабораторного оборудования</p>	<p>Операции планируются и выполняются в соответствии с установленными правилами и процедурами по обеспечению безопасности операций и избежанию загрязнения морской окружающей среды</p>

Функция: Техническое обслуживание и ремонт на уровне эксплуатации

Колонка 1 КОМПЕТЕНТНОСТЬ	Колонка 2 ЗНАНИЯ, ПОНИМАНИЕ И ПРОФЕССИОНАЛИЗМ	Колонка 3 МЕТОДЫ ДЕМОНСТРАЦИИ КОМПЕТЕНТНОСТИ	Колонка 4 КРИТЕРИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНТНОСТИ
Обслуживание судовых механических систем, включая системы управления	<p><b>Судовые системы</b></p> <p>Соответствующие начальные знания и навыки</p> <p>Процедуры безопасности и аварийные процедуры</p> <p>Безопасный вывод из эксплуатации всех механических и электрических установок и оборудования, до того как персоналу разрешено работать по их ремонту</p> <p>Техническое обслуживание и ремонт установок и оборудования</p>	<p>Экзамен и оценка доказательства, полученного на основе одного или более из следующего:</p> <p>.1. одобренный стаж работы на судне</p> <p>.2. одобренный стаж подготовки на учебном судне</p> <p>.3. одобренная подготовка на тренажере, если это применимо</p> <p>.4. одобренная подготовка с использованием лабораторного оборудования</p>	<p>Вывод из эксплуатации, разборка и сборка установок и оборудования находятся в соответствии с принятой практикой и процедурами. Предпринятые действия приводят к восстановлению работы установок методами, наиболее подходящими и соответствующими преобладающим обстоятельствам и условиям</p>

Функции: Электрооборудование, электронная аппаратура и системы управления на уровне эксплуатации

КОМПЕТЕНТНОСТЬ	ЗНАНИЯ, ПОНИМАНИЕ И ПРОФЕССИОНАЛИЗМ	МЕТОДЫ ДЕМОНСТРАЦИИ КОМПЕТЕНТНОСТИ	КРИТЕРИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНТНОСТИ
Эксплуатация преобразователей, генераторов и систем управления	<p><i>Генераторная установка</i></p> <p>Надлежащие начальные знания и навыки в области электротехники</p> <p>Подготовка к работе, пуск, нагрузка и переход с одного на другой преобразователь или генератор</p> <p>Обнаружение характерных неисправностей и действия по предотвращению повреждений</p> <p><i>Системы управления</i></p> <p>Обнаружение характерных</p>	<p>Экзамен и оценка доказательства, полученного на основе одного или более из следующего:</p> <p>.1. одобренный стаж работы на судне</p> <p>.2. одобренный стаж подготовки на учебном судне</p> <p>.3. одобренная подготовка на тренажере, если это применимо</p> <p>.4. одобренная подготовка с использованием лабораторного оборудования</p>	<p>Операции планируются и выполняются в соответствии с установленными правилами и процедурами по обеспечению безопасности эксплуатации</p>

	неисправностей и действия по предотвращению повреждений		
--	---	--	--

Функция: Управление операциями судна и забота о людях на судне на уровне эксплуатации

КОМПЕТЕНТНОСТЬ	ЗНАНИЯ, ПОНИМАНИЕ И ПРОФЕССИОНАЛИЗМ	МЕТОДЫ ДЕМОНСТРАЦИИ КОМПЕТЕНТНОСТИ	КРИТЕРИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНТНОСТИ
Обеспечение выполнения требований по предотвращению загрязнения	<p><i>Предотвращение загрязнения морской окружающей среды</i></p> <p>Знание мер предосторожности, которые необходимо предпринимать для предотвращения загрязнения морской окружающей среды</p> <p>Процедуры по борьбе с загрязнением и связанное с этим оборудование</p>	<p>Экзамен и оценка доказательства, полученного на основе одного или более из следующего:</p> <p>.1. одобренный стаж работы на судне</p> <p>.2. одобренный стаж подготовки на учебном судне</p>	<p>Процедуры наблюдения за операциями на судне и обеспечение соответствия требованиям МАРПОЛ полностью соблюдаются</p>
Поддержание судна в мореходном состоянии	<p><b>Остойчивость судна</b></p> <p>Рабочее знание и применение информации об остойчивости, посадке и напряжениях корпуса, диаграмм и устройств для расчета напряжений корпуса</p> <p>Понимание основ водонепроницаемости</p> <p>Понимание основных действий, которые должны предприниматься в случае частичной потери плавучести</p> <p><b>Конструкция судна</b></p> <p>Общее знание основных конструктивных узлов судна и названий их различных частей</p>	<p>Экзамен и оценка доказательства, полученного на основе одного или более из следующего:</p> <p>.1. одобренный стаж работы на судне</p> <p>.2. одобренный стаж подготовки на учебном судне</p> <p>.3. одобренная подготовка на тренажере, если это применимо</p> <p>.4. одобренная подготовка с использованием лабораторного оборудования</p>	<p>Условия остойчивости соответствуют критериям ИМО по остойчивости в неповрежденном состоянии при всех условиях загрузки</p> <p>Действия по обеспечению и поддержанию водонепроницаемости судна находятся в соответствии с принятой практикой</p>
Предотвращение пожаров и борьба с пожаром на судах	<p><b>Противопожарная и безопасность средства пожаротушения</b></p> <p>Знание мер</p>	<p>Оценка доказательства, полученного на основе одобренной противопожарной подготовки и опыта, как изложено в разделе А-VI/3</p>	<p>Вид и масштабы проблемы быстро определяются и первоначальные действия соответствуют процедурам при авариях и планам действий в чрезвычайных ситуациях для данного судна</p>

	<p>противопожарной безопасности</p> <p>Умение организовывать учения по борьбе с пожаром</p> <p>Знание видов и химической природы возгорания</p> <p>Знание системы пожаротушения</p> <p>Действия, которые должны быть предприняты в случае пожара, включая пожары, охватывающие топливные и масляные системы</p>		<p>Эвакуация, аварийное прекращение операции и изоляция соответствуют характеру аварий и быстро осуществляются</p> <p>Приоритет, уровень и временные рамки представления докладов и информации персонала на судне соответствуют природе аварий и отражают сущность проблемы</p>
<p>Эксплуатация спасательных средств и устройств</p>	<p><i>Спасание людей средствами собственного судна</i></p> <p>Умение организовывать учения но оставлению судна и умение обращаться со спасательными шлюпками, спасательными плотами и дежурными шлюпками, их устройствами спуска на поду и их оборудованием, включая радиооборудование спасательных средств, спутниковые АРБ, транспондеры, используемые при поиске и спасании, гидрокостюмы и</p>	<p>Оценка доказательства, полученного на основе одобренной полготовки и опыта, как изложено в разделе А – VI/2, пункты 1 – 4</p>	<p>Действия при оставлении судна и способы выживания соответствуют преобладающим обстоятельствам и условиям и отвечают принятой практике и стандартам безопасности</p>

	теплозащитные средства Знание способов выживания на море		
Оказание первой медицинской помощи на судах	<i>Медицинская помощь</i> Практическое применение медицинских руководств и консультаций, передаваемых по радио, включая умение принимать, на этой основе, действенные меры при несчастных случаях или заболеваниях, типичных для судовых условий	Оценка доказательства, полученного на основе одобренной подготовки, как изложено в разделе А – VI/4 пункты 1 - 3	Определение возможных причин, характера и степени тяжести травм или заболеваний производится быстро и лечение сводит к минимуму непосредственную угрозу жизни
Наблюдение за выполнением нормативных требований	Начальное рабочее знание соответствующих конвенций ИМО, относящихся к безопасности человеческой жизни на море и защите морской окружающей среды	Оценка доказательства, полученного на основе экзамена или одобренной подготовки	Нормативные требования, относящиеся к безопасности человеческой жизни на море и охране морской окружающей среды, правильно определяются

Раздел А – III/2. Обязательные минимальные требования для дипломирования старших и вторых механиков судов с мощностью главной двигательной установки 3000 кВт и более

#### Требования к компетентности

1. Каждый кандидат на получение диплома старшего и второго механика морских судов с мощностью главной двигательной установки 3000 кВт и более должен продемонстрировать способность выполнять на уровне управления задачи, обязанности и нести ответственность, перечисленные в колонке 1 таблицы А – III/2.
2. Минимальные знания, понимание и профессионализм, требующиеся для дипломирования, перечислены в колонке 2 таблицы А – III/2. Это включает, углубляет и расширяет вопросы, перечисленные в колонке 2 таблицы А – III/1 для вахтенных механиков.
3. Имея в виду, что второй механик должен быть готов в любой момент принять на себя обязанности старшего механика, оценка по этим вопросам должна выявить способность кандидата воспринять всю имеющуюся информацию, влияющую на безопасную эксплуатацию судовых механизмов и защиту морской окружающей среды.
4. Уровень знания вопросов, перечисленных в колонке 2 таблицы А – III/2, должен быть достаточным, чтобы кандидат мог работать в должности старшего механика или второго механика (типовой курс ИМО 7.02: старший и второй механик (теплоходы) может оказать помощь).
5. Подготовка и опыт, требуемые для приобретения необходимого уровня теоретических знаний, понимания и профессионализма, должны принимать во внимание соответствующие требования данной части и руководство, приведенное в части В данного Кодекса.
6. Администрация может не предъявлять требований к знаниям в отношении тех типов двигательных установок, которые не указаны в выдаваемом дипломе. Такой диплом недействителен для работы на судах с механическими установками, знание которых опущено в экзаменационных требованиях, до тех пор, пока механик не подтвердит свою

компетентность в этих вопросах. Любое такое ограничение должно быть отражено в дипломе и подтверждении.

7. Каждый кандидат на получение диплома должен представить доказательство получения требуемого стандарта компетентности в соответствии с методами демонстрации компетентности и критериями для оценки компетентности, приведенными в колонках 3 и 4 таблицы А – III/2.

#### Прибрежное плавание

8. Уровень знаний, понимания и профессионализма, требуемый согласно различным разделам, перечисленным в колонке 2 таблицы А – III/2, может варьироваться для лиц командного состава судов с ограниченной мощностью двигательной установки, занятых в прибрежном плавании, если это будет сочтено необходимым, принимая во внимание безопасность всех судов, которые могут совершать плавание в тех же водах. Любое такое ограничение должно быть указано в дипломе и подтверждении.

**Таблица А – III/2.** Спецификация минимальных требований к компетентности старших и вторых механиков судов с мощностью-главной двигательной установки 3000 кВт и более

#### Функция: Морская механика на уровне управления

Колонка 1	Колонка 2	Колонка 3	Колонка 4
КОМПЕТЕНТНОСТЬ	ЗНАНИЯ, ПОНИМАНИЕ И ПРОФЕССИОНАЛИЗМ	МЕТОДЫ ДЕМОНСТРАЦИИ КОМПЕТЕНТНОСТИ	КРИТЕРИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНТНОСТИ
Планирование и график работы	<p><b>Теоретические знания</b></p> <p>Термодинамика и теплопередача</p> <p><b>Механика и гидромеханика</b></p> <p>Принципы работы судовых силовых установок (дизелей, паровых и газотурбинных) и рефрижераторных</p>	<p>Экзамен и оценка доказательства, полученного на основе одного или более из следующего:</p> <p>.1. одобренный стаж работы на судне</p> <p>.2. одобренный стаж подготовки на учебном судне</p> <p>.3. одобренная подготовка на тренажере, если это применимо</p>	<p>Планирование и подготовка к работе соответствуют проектным параметрам силовой установки и требованиям рейса</p>

<p>Пуск и остановка главной двигательной установки и вспомогательных механизмов, включая связанные с ними системы</p>	<p>установок</p> <p>Физические и химические свойства топлива и смазочных материалов</p> <p>Технология материалов</p> <p>Теория устройства судна, включая борьбу за живучесть</p>	<p>Экзамен и оценка доказательства, полученного на основе одного или более из следующего:</p> <p>.1. одобренный стаж работы на судне</p> <p>.2. одобренный стаж подготовки на учебном судне</p> <p>.3. одобренная подготовка на тренажере, если это применимо</p>	<p>Методы подготовки к пуску и подготовки топлива, смазочных материалов, охлаждающей воды и воздуха являются наиболее подходящими</p> <p>Проверка давлений, температур и оборотов во время пуска и периода прогрева находятся в соответствии с техническими спецификациями и с согласованными рабочими планами</p> <p>Наблюдение за работой главной двигательной установки и вспомогательных систем является достаточным для поддержания безопасных условий эксплуатации</p> <p>Методы подготовки к остановке и наблюдение за остыванием двигателя являются наиболее соответствующими</p>
<p>Эксплуатация, наблюдение и оценка работы двигателя и его нагрузки</p>	<p><i>Практическое знание</i></p> <p><b>Эксплуатация и техническое обслуживание:</b></p> <p>.1. судовых дизелей</p> <p>.2. судовых паросиловых установок</p> <p>.3. судовых газовых турбин</p> <p>Эксплуатация и техническое обслуживание вспомогательных механизмов, включая системы насосов и трубопроводов, вспомогательную котельную установку и систем рулевого привода</p> <p>Эксплуатация, проверки и техническое обслуживание систем управления</p>	<p>Экзамен и оценка доказательства, полученного на основе одного или более из следующего:</p> <p>.1. одобренный стаж работы на судне</p> <p>.2. одобренный стаж подготовки на учебном судне</p> <p>.3. одобренная подготовка на тренажере, если это применимо</p>	<p>Методы измерения мощности двигателя находятся в соответствии с техническими спецификациями</p> <p>Работа двигателя проверяется согласно командам, поступающим с мостика</p> <p>Рабочие уровни находятся в соответствии с техническими спецификациями</p>
<p>Поддержание машинного оборудования, систем и служб в безопасном состоянии</p>	<p>Эксплуатация и техническое обслуживание грузовых устройств и палубных механизмов</p>	<p>Экзамен и оценка доказательства, полученного на основе одного или более из следующего:</p>	<p>Меры по обеспечению безопасной и эффективной эксплуатации и состояния машинной установки являются приемлемыми для всех режимов работы</p>

		.1. одобренный стаж работы на судне .2. одобренный стаж подготовки на учебном судне	
Управление топливными и балластными операциями	Эксплуатация и техническое обслуживание механизмов, включая системы насосов и трубопроводов	Экзамен и оценка доказательства, полученного на основе одного или более из следующего: .1. одобренный стаж работы на судне .2. одобренный стаж подготовки на учебном судне .3. одобренная подготовка на тренажере, если это применимо	Топливные и балластные операции отвечают эксплуатационным требованиям и проводятся таким образом, чтобы предотвратить загрязнение морской окружающей среды
Использование систем внутрисудовой связи	Эксплуатация всех систем внутрисудовой связи	Экзамен и оценка доказательства, полученного на основе одного или более из следующего: .1. одобренный стаж работы на судне .2. одобренный стаж подготовки на учебном судне .3. одобренная подготовка на тренажере, если это применимо .4. одобренная подготовка с использованием лабораторного оборудования	Передача и прием сообщений являются постоянно успешными  Записи в отношении связи являются полными, точными и соответствуют установленным требованиям

Функция: электрооборудование, электронная аппаратура и системы управления на уровне управления

КОМПЕТЕНТНОСТЬ	ЗНАНИЯ, ПОНИМАНИЕ И ПРОФЕССИОНАЛИЗМ	МЕТОДЫ ДЕМОНСТРАЦИИ КОМПЕТЕНТНОСТИ	КРИТЕРИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНТНОСТИ
----------------	-------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------

<p>Эксплуатация электрического и электронного оборудования управлений</p>	<p><i>Теоретические знания</i></p> <p>Судовая электротехника, электронное и электрическое оборудование</p> <p>Основы систем автоматики, приборов и управления</p> <p><i>Практические знания</i></p> <p>Эксплуатация, проверки и техническое обслуживание электрического и электронного оборудования управления, включая диагностику неисправностей доказательства, полученного</p>	<p>Экзамен и оценка доказательства, полученного на основе одного или более из следующего:</p> <p>.1. одобренный стаж работы на судне</p> <p>.2. одобренный стаж подготовки на учебном судне</p> <p>.3. одобренная подготовка на тренажере, если это применимо</p> <p>.4. одобренная подготовка с использованием лабораторного оборудования</p>	<p>Эксплуатация оборудования и систем находится в соответствии с эксплуатационными наставлениями</p> <p>Рабочие характеристики находятся в соответствии с техническими спецификациями</p>
<p>Проверка, обнаружение неисправностей, ремонт и поддержание в рабочем состоянии электрического и электронного оборудования управления</p>	<p>Проверка, обнаружение неисправностей, ремонт и поддержание в рабочем состоянии электрического и электронного оборудования управления</p>	<p>Экзамен и оценка на основе одного или более из следующей:</p> <p>.1. одобренный стаж работы на судне</p> <p>.2. одобренный стаж подготовки на учебном судне оборудования</p> <p>.3. одобренная подготовка на тренажере, если это применимо</p> <p>.4. одобренная подготовка с использованием лабораторного оборудования</p>	<p>Деятельность по техническому обслуживанию правильно планируется в соответствии с техническими, законодательными спецификациями, а также спецификациями по вопросам безопасности и процедур</p> <p>Влияние неправильного функционирования на установку и связанные с ней системы точно определяется, судовые технические чертежи правильно читаются, измерительные и калибровочные приборы правильно используются, а предпринятые действия обоснованы</p>

**Функция: Техническое обслуживание и ремонт на уровне управления**

КОМПЕТЕНТНОСТЬ	ЗНАНИЯ, ПОНИМАНИЕ И ПРОФЕССИОНАЛИЗМ	МЕТОДЫ ДЕМОНСТРАЦИИ КОМПЕТЕНТНОСТИ	КРИТЕРИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНТНОСТИ
<p>Организация безопасного проведения технического обслуживания и ремонта</p>	<p><i>Теоретические знания</i></p> <p>Работа судовых машин и механизмов</p> <p><i>Практические знания</i></p> <p>Организация и безопасное проведение ремонта и технического обслуживания</p>	<p>Экзамен и оценка доказательства, полученного на основе одного или более из следующего:</p> <p>.1. одобренный стаж работы на судне</p> <p>.2. одобренный стаж подготовки на учебном судне</p> <p>.3. одобренная</p>	<p>Деятельность по техническому обслуживанию и ремонту правильно планируется и осуществляется в соответствии с техническими спецификациями, требованиями законодательства, а также инструкциями по безопасности и процедурами</p> <p>Соответствующие планы, спецификации, материалы и оборудование для</p>

		подготовка в мастерских	обслуживания и ремонта имеются в наличии  Предпринимаемые действия ведут к восстановлению работы установки наиболее приемлемым способом
Обнаружение и выявление причин неисправной работы механизмов и устранение неисправностей	<i>Практические знания</i>  Обнаружение неисправной работы механизмов, установление местонахождения неисправностей и действия по предотвращению повреждений	Экзамен и оценка доказательства, полученного на основе одного или более из следующего:  .1. одобренный стаж работы на судне  .2. одобренный стаж подготовки на учебном судне  .3. одобренная подготовка на тренажере, если это применимо	Методы сравнения фактических условий эксплуатации находятся в соответствии с рекомендуемой практикой и процедурами  Действия и решения соответствуют рекомендуемым эксплуатационным спецификациям и ограничениям
Обеспечение техники безопасности	<i>Практические знания</i>  Техника безопасности	Экзамен и оценка доказательства, полученного на основе одного или более из следующего:  .1. одобренный стаж работы на судне  .2. одобренный стаж подготовки на учебном судне	Техника безопасности соответствует требованиям законодательства, кодексам практики, разрешениям на проведение работ и требованиям относительно окружающей среды

Функция: Управление эксплуатацией судна и забота о людях на уровне управления

КОМПЕТЕНТНОСТЬ	ЗНАНИЯ, ПОНИМАНИЕ И ПРОФЕССИОНАЛИЗМ	МЕТОДЫ ДЕМОНСТРАЦИИ КОМПЕТЕНТНОСТИ	КРИТЕРИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНТНОСТИ
Контроль за посадкой, остойчивостью и напряжениями корпуса	Понимание основных принципов конструкции судна, а также теории и факторов, влияющих на посадку и остойчивость, и	Экзамен и оценка доказательства, полученного на основе одного или более из следующего:  .1. одобренный стаж работы на судне  .2. одобренный стаж подготовки на учебном судне  .3. одобренная подготовка на	Условия остойчивости и напряжений корпуса поддерживаются в безопасных пределах в любое время

	<p>меры, необходимые для сохранения посадки и остойчивости</p> <p>Знание влияния на посадку и остойчивость судна повреждения и последующего затопления отсека, а также меры по борьбе с затоплением</p> <p>Знание рекомендаций ИМО относительно остойчивости судна</p>	<p>тренажере, если это применимо</p>	
<p>Наблюдение и контроль за выполнением требований законодательства и меры по обеспечению охраны человеческой жизни на море и защиты морской окружающей среды</p>	<p>Знание соответствующих норм международного морского права, содержащихся в международных соглашениях и конвенциях</p> <p>Особое внимание необходимо уделить следующим вопросам:</p> <p>.1. свидетельства и другие документы, требуемые для судов согласно международным конвенциям, порядок получения и их действительность</p> <p>.2. обязанности по соответствующим требованиям Международной конвенции о грузовой марке судов</p> <p>.3. обязанности по соответствующим требованиям Международной конвенции по охране человеческой жизни на море</p> <p>.4. обязанности по Международной</p>	<p>Экзамен и оценка доказательства, полученного на основе одного или более из следующего:</p> <p>.1. одобренный стаж работы на судне</p> <p>.2. одобренный стаж подготовки на учебном судне</p> <p>.3. одобренная подготовка на тренажере, если это применимо</p>	<p>Процедуры наблюдения за операциями и техническим обслуживанием соответствуют требованиям законодательства</p> <p>Потенциальное несоответствие быстро и полностью обнаруживается</p> <p>Требования по возобновлению и продлению свидетельств обеспечивают непрерывную действительность объектов, которые подвергаются освидетельствованию, и оборудования</p>

	<p>конвенции по предотвращению загрязнения с судов</p> <p>.5. морские санитарные декларации и требования Международных санитарных правил</p> <p>.6. обязанности согласно международным документам, касающихся безопасности судов, пассажиров, экипажа или груза</p> <p>.7 методы и средства предотвращения загрязнения окружающей среды с судов</p> <p>.8 знание национального законодательства по выполнению международных соглашений и конвенций</p>		
<p>Обеспечение безопасности судна, экипажей и пассажиров и условия эксплуатации спасательных средств и устройств, противопожарной системы и других систем безопасности</p>	<p>Глубокое знание правил по спасательным средствам и устройствам (Международная конвенция по охране человеческой жизни на море)</p> <p>Организация учений по борьбе с пожаром и оставлению судна</p> <p>Поддержание рабочего состояния спасательных средств и устройств, противопожарной системы и других систем безопасности</p> <p>Действия, которые необходимо предпринимать, по охране и защите всех лиц на судне в случаях аварии</p> <p>Действия по ограничению ущерба и спасанию судна после пожара, взрыва, столкновения или посадки на мель</p>	<p>Экзамен и оценка доказательства, полученного на основе практической инструкции и одобренной подготовки на судне и опыта</p>	<p>Процедуры наблюдения за системами обнаружения пожара и безопасности обеспечивают, что все сигналы аварийно-предупредительной сигнализации быстро обнаруживаются, действия осуществляются к соответствию с установленными процедурами при авариях</p>
<p>Разработка планов</p>	<p>Конструкция судов,</p>	<p>Экзамен и оценка</p>	<p>Процедуры действий при</p>

<p>действий в чрезвычайных ситуациях и борьбе с повреждениями, а также действия в аварийных ситуациях</p>	<p>включая борьбу за живучесть</p> <p>Методы и средства предотвращения пожара, обнаружение пожара и пожаротушение</p> <p>Функции и использование спасательных средств и оборудования</p>	<p>доказательства, полученного на основе одобренной подготовки на судне и опыта</p>	<p>авариях соответствуют установленным планам действий в аварийных ситуациях</p>
<p>Организация и руководство экипажем</p>	<p>Знание приемов управления коллективом, судовая организация и обучение на судах</p> <p>Знание международных конвенций и рекомендаций и соответствующего национального законодательства</p>	<p>Экзамен и оценка доказательства, полученного на основе одобренной подготовки на судне и опыта</p>	<p>Назначаемые экипажу обязанности и информация о требованиях к их работе и поведению доводятся таким образом, который соответствует индивидуальности соответствующих лиц</p> <p>Цели подготовки и деятельность основываются на оценке существующей компетентности и возможностей, а также эксплуатационных требованиях</p>

# МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОДЕКС ПО УПРАВЛЕНИЮ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ СУДОВ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЕМ ЗАГРЯЗНЕНИЯ (МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОДЕКС ПО УПРАВЛЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТЬЮ (МКУБ))

## ТРЕБОВАНИЯ ПО УПРАВЛЕНИЮ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

### ПРЕАМБУЛА

1. Цель данного Кодекса состоит в обеспечении международного стандарта по управлению безопасной эксплуатацией судов и предотвращением загрязнения.
2. Ассамблея приняла резолюцию А.443(XI) которой она предложила всем правительствам принять необходимые меры для защиты капитана судна в надлежащем выполнении им своих обязанностей в отношении безопасности на море и защиты морской среды.
3. Ассамблея также приняла резолюцию А.680(17), которой она, далее, признала необходимость соответствующей организации управления, которая позволяет отвечать потребности лиц, находящихся на судах, в достижении и поддержании высоких стандартов безопасности и защиты окружающей среды.
4. Признавая, что нет двух одинаковых судоходных компаний или судовладельцев и что суда эксплуатируются в самых различных условиях, Кодекс основывается на общих принципах и целях.
5. Кодекс изложен в общих понятиях, с тем чтобы он смог получить широкое применение. Несомненно, различные уровни управления на берегу или на судне потребуют различных уровней знания изложенных вопросов.
6. Краеугольным камнем хорошего управления безопасностью является приверженность обязанностям членами Компании сверху донизу. В вопросах безопасности и предотвращения загрязнения именно приверженность делу, компетентность и мотивация лиц на всех уровнях/ определяют конечный результат.

### 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

#### 1.1. Определения

- 1.1.1. “Международный кодекс по управлению безопасностью (МКУБ)” означает Международный кодекс по управлению безопасной эксплуатацией судов и предотвращением загрязнения, принятый Ассамблеей с возможными поправками Организации.
- 1.1.2. “Компания” означает владельца судна или любую другую организацию или лицо, такое как управляющий или фрахтователь по бербоутчартеру, которые приняли на себя ответственность за эксплуатацию судна от судовладельца и которые при этом согласились принять на себя все обязанности и всю ответственность, возложенные Кодексом.
- 1.1.3. “Администрация” означает правительство государства, под флагом которого судно имеет право плавания.

#### 1.2. Цели

- 1.2.1. Цели Кодекса состоят в обеспечении безопасности на море, предотвращении несчастных случаев или гибели людей и избежании вреда окружающей среде, в частности, морской среде и имуществу.
- 1.2.2. Цели Компании по управлению безопасностью должны, среди прочего:
  1. обеспечивать безопасную практику при эксплуатации судов и безопасную для человека окружающую среду;
  2. организовать защиту от всех выявленных рисков; и

3. постоянно улучшать навыки берегового и судового персонала по управлению безопасностью, включая готовность к аварийным ситуациям, связанным как с безопасностью, так и защитой окружающей среды.
- 1.2.3. Система управления безопасностью должна обеспечивать:
  1. выполнение обязательных норм и правил: и
  2. чтобы применимые кодексы, руководства и стандарты, рекомендованные Организацией, Администрациями, классификационными обществами и организациями морской индустрии принимались во внимание.
- 1.3. Применение  
Требования данного Кодекса могут применяться ко всем судам.
- 1.4. Функциональные требования к системе управления безопасностью (СУБ)  
Каждая Компания должна разработать, задействовать и поддерживать систему управления безопасностью (СУБ), которая включает следующие функциональные требования:
  1. политику в области безопасности и защиты окружающей среды;
  2. инструкции и процедуры для обеспечения безопасной эксплуатации судов и защиты окружающей среды, согласно соответствующему международному праву и законодательству государства флага судна;
  3. установленный объем полномочий и линии связи между персоналом на берегу и на судне и внутри их;
  4. процедуры передачи сообщений об авариях и случаях несоблюдения положений данного Кодекса;
  5. процедуры подготовки к аварийным ситуациям и действий в аварийных ситуациях; и
  6. процедуры проведения внутренних аудиторских проверок и процедуры пересмотра управления.

## 2. ПОЛИТИКА В ОБЛАСТИ БЕЗОПАСНОСТИ И ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

- 2.1. Компания должна сформировать политику в области безопасности и защиты окружающей среды, которая описывает достижение целей, указанные в пункте 1.2.
- 2.2. Компания должна обеспечить задействование и выполнение этой политики персоналом как в море, так и на берегу на всех уровнях организации.

## 3. ОТВЕТСТВЕННОСТЬ И ПОЛНОМОЧИЯ КОМПАНИИ

- 3.1. Если ответственным за эксплуатацию судна является юридическое лицо, иное чем судовладелец, судовладелец должен сообщить Администрации полное имя и подробные данные об этом юридическом лице
- 3.2. Компания должна определить ответственность, полномочия и взаимоотношения всего персонала, осуществляющего управление, выполнение и проверку работы, касающейся безопасности и предотвращения загрязнения и оказывающего на них влияние. Эти ответственность, полномочия и взаимоотношения должны быть задокументированы документально.
- 3.3. Компания является ответственной за обеспечение назначенного лица (лиц) ресурсами и поддержкой с берега, необходимыми для выполнения им (ими) своих обязанностей.

## 4. НАЗНАЧЕННОЕ ЛИЦО (ЛИЦА)

В целях обеспечения безопасной эксплуатации каждого судна и осуществления связи между Компанией и находящимися на судах лицами, каждая Компания, соответственно, должна назначить лицо или лиц на берегу, имеющее (имеющих) прямой доступ к руководству на самом высоком уровне управления. Ответственность и полномочия, назначенного лица или лиц включают контроль за соблюдением норм безопасности предотвращения загрязнения,

связанных с эксплуатацией каждого судна, а также обеспечение предоставления достаточных ресурсов и оказания соответствующей помощи на берегу по мере необходимости.

## 5. ОТВЕТСТВЕННОСТЬ И ПОЛНОМОЧИЯ КАПИТАНА

5.1. Компания должна четко определить и оформить в виде документов ответственность капитана в отношении:

- .1. реализации политики Компании по обеспечению безопасности и защите окружающей среды;
- .2. побуждения экипажа к соблюдению этой политики;
- .3. издания соответствующих приказов и инструкций в ясной и простой форме;
- .4. проверки выполнения предъявленных требований; и
- .5. пересмотра СУБ и передачи сообщений о недостатках СУБ береговым службам управления.

5.2. Компания должна обеспечить, чтобы СУБ, использованная на судне, содержала четкое подтверждение полномочий капитана. Компания должна установить в СУБ, что капитан имеет верховную власть и ответственность в отношении решений по безопасности и предупреждению загрязнения и в отношении просьбы о помощи от Компании, если это необходимо.

## 6. РЕСУРСЫ И ПЕРСОНАЛ

6.1. Компания должна обеспечить, чтобы капитан:

- .1. имел надлежащую квалификацию;
- .2. был полностью осведомлен о СУБ Компании; и
- .3. получал всю необходимую поддержку для безопасного выполнения своих обязанностей.

6.2. Компания должна обеспечить, чтобы каждое судно было укомплектовано соответствующим образом квалифицированными, дипломированными и годными в медицинском отношении моряками, согласно соответствующим международным и национальным требованиям.

6.3. Компания должна установить процедуры, обеспечивающие должное ознакомление нового персонала и лиц, переведенных на новые должности, связанные с безопасностью и защитой окружающей среды, с возложенными на них обязанностями. Должны быть определены, оформлены в виде документов и предоставлены экипажу до выхода в рейс важнейшие инструкции, которые необходимо соблюдать.

6.4. Компания должна обеспечить, чтобы весь персонал, вовлеченный в СУБ Компании, понимал надлежащим образом соответствующие нормы, правила, кодексы и руководства.

6.5. Компания должна установить и поддерживать процедуры для определения подготовки, необходимой для СУБ, и обеспечить такую подготовку для всего персонала, имеющего отношение к СУБ.

6.6. Компания должна установить процедуры, обеспечивающие получение судовым персоналом соответствующей информации по СУБ на рабочем языке или языках, которые он понимает.

6.7. Компания должна обеспечить, чтобы судовой персонал был способен эффективно общаться при выполнении им своих обязанностей, относящихся к СУБ.

## 7. РАЗРАБОТКА ПЛАНОВ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЕРАЦИЙ НА СУДАХ

Компания должна установить процедуры подготовки планов и инструкций относительно проведения ключевых операций на судне, касающихся безопасности судна и предотвращения загрязнения. Различные связанные с этим задачи должны быть определены и поручены квалифицированному персоналу.

## 8. ГОТОВНОСТЬ К АВАРИЙНОЙ СИТУАЦИИ

8.1. Компания должна установить процедуры по выявлению, описанию и действиям в потенциально аварийных ситуациях на судне.

8.2. Компания должна установить программы учений экипажа и учебных отработок действий в условиях аварийной ситуации.

8.3. СУБ должна охватывать мероприятия, обеспечивающие способность Компании в любое время реагировать на опасности, несчастные случаи и аварийные ситуации, связанные с ее судами.

## 9. ДОКЛАДЫ О НЕСОБЛЮДЕНИИ ТРЕБОВАНИЙ, АВАРИЯХ И ОПАСНЫХ ПРОИСШЕСТВИЯХ И ИХ АНАЛИЗ

9.1. СУБ должна включать процедуры, обеспечивающие передачу сообщений Компании о случаях несоблюдения требований, несчастных случаях и опасных ситуациях, их расследование и анализ с целью совершенствования безопасности и предупреждения загрязнения.

9.2. Компания должна установить процедуры действий по устранению выявленных недостатков.

## 10. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ СУДНА И ОБОРУДОВАНИЯ

10.1. Компания должна установить процедуры обеспечения технического обслуживания и ремонта судна в соответствии с положениями соответствующих норм и правил и любыми дополнительными требованиями, которые могут быть установлены Компанией.

10.2. При выполнении этих требований Компания должна обеспечить:

- .1. проведение инспекций через соответствующие промежутки времени;
- .2. передачу сообщений о любых случаях несоблюдения требований с указанием возможной причины, если она известна;
- .3. принятие соответствующего корректирующего действия; и
- .4. ведение регистрации этой деятельности.

10.3. Компания должна установить процедуры в СУБ для определения оборудования и технических систем, внезапный отказ которых может создавать опасные ситуации. СУБ должна предусматривать специальные меры, направленные на обеспечение надежности такого оборудования или систем. Эти меры должны включать регулярные проверки резервного оборудования, устройств или технических систем, которые не используются постоянно.

10.4. Инспекции, упомянутые в пункте 10.2, а также и меры, упомянутые в пункте 10.3, должны включаться в текущее техническое обслуживание и ремонт судна в период эксплуатации.

## 11. ДОКУМЕНТАЦИЯ

- 11.1. Компания должна установить и обеспечить проведение процедур контроля всех документов и данных, касающихся СУБ.
- 11.2. Компания должна обеспечить, чтобы:
  - .1. действительные документы были доступны во всех соответствующих местах;
  - .2. изменения, вносимые в документы, и
  - .3. своевременно изымались устаревшие документы.
- 11.3. Документация, в которой дается описание и задействование СУБ именуется "Наставлением по управлению безопасностью". Документация должна содержаться в том виде, который Компания считает наиболее эффективным. Каждое судно должно иметь на борту всю документацию, относящуюся к этому судну.

## 12. ПРОВЕРКА, ОБЗОР И ОЦЕНКА, ОСУЩЕСТВЛЯЕМЫЕ КОМПАНИЕЙ

- 12.1. Компания должна проводить внутренние аудиторские ревизии безопасности в целях проверки соответствия деятельности по безопасности и предупреждению загрязнения требованиям СУБ.
- 12.2. Компания должна периодически оценивать эффективность и, при необходимости, пересматривать СУБ в соответствии с процедурами, установленными Компанией.
- 12.3. Аудиторские проверки и возможные корректирующие действия должны проводиться в соответствии с процедурами, оформленными документально.
- 12.4. Персонал, осуществляющий аудиторские проверки, должен быть независим от проверяемых видов деятельности, кроме тех случаев, когда это практически неосуществимо вследствие размеров и характера Компании.
- 12.5. Результаты аудиторских проверок и пересмотра СУБ должны доводиться до сведения всего персонала, ответственного за проверенный вид деятельности.
- 12.6. Управленческий персонал, ответственный за проверенный вид деятельности, должен своевременно предпринять корректирующие действия для устранения обнаруженных недостатков.

## 13. ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЕ, ПРОВЕРКА И КОНТРОЛЬ

- 13.1. Судно должно эксплуатироваться Компанией, получившей Документ о соответствии, относящийся к такому судну.
- 13.2. Документ о соответствии выдается каждой Компании, отвечающей требованиям МКУБ, Администрацией, организацией, признанной Администрацией, или правительством страны, в которой Компания, в которой Компания ведет свои дела, по поручению Администрации. Данный документ является доказательством того, что Компания способна выполнять, требования Кодекса.
- 13.3. Копия такого документа должна находиться на судне для того, чтобы капитан, по требованию, мог предъявлять его для проверки Администрацией или организацией, признанной ею.
- 13.4. Свидетельство, именуемое Свидетельством об управлении безопасностью, должно выдаваться судну Администрацией или организацией, признанной Администрацией. Администрация, выдавая Свидетельство, должна убедиться, что Компания и ее управление на судне действуют в соответствии с одобренной СУБ.
- 13.5. Администрация или организация, признанная Администрацией должны периодически проверять надлежащую работу судовой СУБ в соответствии с одобренной системой.

## ГЛАВА IX. УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ СУДОВ

### Правило 1. Определения

Для целей данной главы, если специально не предусмотрено иное:

1. "Международный кодекс по управлению безопасностью (МКУБ)" означает Международный кодекс по управлению безопасной эксплуатацией судов и предотвращением загрязнения, принятый Организацией резолюцией А. 741(18), с поправками, которые могут быть внесены Организацией, при условии, что такие поправки принимаются, вступают в силу и действуют в соответствии с положениями статьи VIII настоящей Конвенции, касающимися процедур принятия поправок, применимых к Приложению, за исключением его главы 1.
2. "Компания" означает собственника судна или любую другую организацию, или лицо, такое как управляющий или фрахтователь по бербоут-чартеру, которые приняли на себя ответственность за эксплуатацию судна от собственника судна и которые, при этом, согласились принять на себя все обязанности и всю ответственность, возлагаемые Международным кодексом по управлению безопасностью.
3. "Нефтяной танкер" - нефтяной танкер, определенный в правиле II-1/2.12.
4. "Танкер-химовоз" - танкер-химовоз, определенный в правиле VII/8.2.
5. "Газовоз" - газовоз, определенный в правиле VII/11.2.
6. "Навалочное судно" - судно, в конструкцию которого обычно входят одна палуба, бортовые подпалубные танки и бортовые скуловые танки в грузовых помещениях и которое предназначено преимущественно для перевозки навалочных грузов и включает такие типы судов, как рудовозы и комбинированные суда.
7. "Морская передвижная буровая установка (ПБУ)" - судно, способное производить буровые операции по разведке или разработке ресурсов недр морского дна, таких как жидкие или газообразные углеводороды, сера или соль.
8. "Высокоскоростное судно" - судно, определенное в правиле X/1.2.

### Правило 2. Применение

1. Данная глава применяется к следующим судам, независимо от даты постройки:
  1. пассажирским судам, включая пассажирские высокоскоростные суда,  
- не позднее 1 июля 1998 года;
  2. нефтяным танкерам, танкерам-химовозам, навалочным судам и грузовым высокоскоростным судам валовой вместимостью 500 и более  
- не позднее 1 июля 1998 года;
  3. другим грузовым судам и морским передвижным буровым установкам валовой вместимостью 500 и более - не позднее 1 июля 2002 года.
2. Данная глава не применяется к государственным судам, эксплуатируемым в некоммерческих целях.

### Правило 3. Требования по управлению безопасностью

1. Компания и судно должны отвечать требованиям Международного кодекса по управлению безопасностью.
2. Судно эксплуатируется компанией, имеющей Документ о соответствии, упомянутый в правиле 4.

#### **Правило 4. Освидетельствование**

1. Документ о соответствии выдается каждой компании, отвечающей требованиям Международного кодекса по управлению безопасностью. Этот документ выдается Администрацией; организацией, признанной Администрацией; или, по просьбе Администрации, другим Договаривающимся правительством.
2. Экземпляр Документа о соответствии находится на судне с тем, чтобы капитан мог бы представить его по требованию для проверки.
3. Свидетельство, называемое Свидетельством об управлении безопасностью, выдается каждому судну Администрацией или организацией, признанной Администрацией. Администрация или признанная ею организация до выдачи Свидетельства об управлении безопасностью проверяет, что действия компании и ее методы управления на судне осуществляются в соответствии с одобренной системой управления безопасностью.

#### **Правило 5. Поддержание состояния системы**

Состояние системы управления безопасностью поддерживается в соответствии с положениями Международного кодекса по управлению безопасностью.

#### **Правило 6. Проверка и контроль**

1. Администрация; другое Договаривающееся правительство, по просьбе Администрации; или организация, признанная Администрацией, должны периодически проверять надлежащую работу судовой системы управления безопасностью;
2. В соответствии с положениями пункта 3 данного правила судно, которое должно иметь свидетельство, выданное в соответствии с положениями правила 4.3, подлежит контролю в соответствии с положениями правила IX/4. Для этой цели такое свидетельство должно рассматриваться как свидетельство, выданное согласно правилу 1/12 или 1/13 (см. текст правила на стр. 58).
3. В случае изменения государства флага судна или компании, принимаются специальные меры переходного характера в соответствии с руководством, разработанным Организацией.

### **ГЛАВА XI. СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕРЫ ПО ПОВЫШЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ НА МОРЕ**

#### **Правило 1. Предоставление полномочий признанным организациям**

Организации, указанные в правиле 1/6 должны отвечать требованиям руководства, разработанного организацией. См. Руководство по выдаче полномочий организациям, действующим по поручению Администрации, принятое Резолюцией А. 739(18).

#### **Правило 2. Расширение освидетельствования**

Навалочные суда, определенные в правиле IX/16, и нефтяные танкеры, определенные в правиле II-1/2.12. подлежат проверкам по расширенной программе в соответствии с руководством, принятым Ассамблеей Организации резолюцией А.744(18), с поправками, которые могут быть внесены Организацией, при условии, что такие поправки принимаются, вступают в силу и действуют в соответствии с положениями статьи VIII настоящей Конвенции, касающимися процедур принятия поправок, применимых к Приложению, за исключением его главы I.

### **Правило 3. Оознавательный номер судов**

1. Данное правило применяется ко всем пассажирским судам валовой вместимостью 100 и более и ко всем грузовым судам валовой вместимостью 300 и более.
2. Каждое судно должно иметь оознавательный номер, который соответствует системе оознавательных номеров судов ИМО, принятой Организацией(см. Систему оознавательных номеров судов ИМО, принятую Организацией резолюцией А.600(15)).
3. Оознавательный номер судна должен включаться в свидетельства и заверенные копии свидетельств, которые выдаются согласно правилу 12 или правилу 13 главы 1(см. Текст Правил 1/12, 1/13. 1/19 приведены ниже).
4. В отношении судов, построенных до 1 января 1996 года, настоящее правило вступает в силу при возобновлении свидетельства 1 января 1996 года или после этой даты.

**Правило 4.** Контроль государства порта за выполнением эксплуатационных требований(см. Процедуры контроля за эксплуатационными требованиями, относящимися к безопасности судов и предотвращению загрязнения, принятые Организацией резолюцией А.742(18))

1. Судно, находясь в порту другого Договаривающегося правительства, подлежит контролю должностных лиц, надлежащим образом уполномоченных этим правительством, который касается выполнения эксплуатационных требований в отношении безопасности судов, если имеются явные основания полагать, что капитан или экипаж не знают важнейшие судовые процедуры, относящиеся к безопасности судов.
2. При обстоятельствах, указанных в пункте 1 данного правила, Договаривающееся правительство, осуществляющее контроль, принимает меры, обеспечивающие, чтобы судно не вышло в море до тех пор, пока положение дел не будет исправлено в соответствии с требованиями настоящей Конвенции.
3. К настоящему правилу применяется предписанные в правиле 1/19(см. Текст Правил 1/12, 1/13. 1/19 приведены ниже) процедуры контроля государством порта.
4. Ничто в настоящем правиле не должно истолковываться как ограничивающее права и обязанности Договаривающегося правительства, осуществляющего контроль эксплуатационных требований, специально предусмотренных в правилах.

### **ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИЗ РЕЗОЛЮЦИИ ИМО А.787(19) “ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ СУДОВ ГОСУДАРСТВОМ ПОРТА”**

#### **ОГЛАВЛЕНИЕ**

#### **ГЛАВА 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

- 1.1. Назначение
- 1.2. Применение
- 1.3. Введение
- 1.4. Основания для контроля судов государством порта
- 1.5. Суда государств, не являющихся Сторонами и суда, размеры которых менее конвенционных размеров
- 1.6. Определения

#### **ГЛАВА 2. ИНСПЕКЦИИ ГОСУДАРСТВОМ ПОРТА**

- 2.1. Общие положения
- 2.2. Инспекции
- 2.3. Явные основания
- 2.4. Профессиональность ДЛОК

2.5. Требования к квалификации и подготовке ДЛОК

2.6. Общее процедурное руководство для ДЛОК

## ГЛАВА 3. БОЛЕЕ ДЕТАЛЬНЫЕ ИНСПЕКЦИИ

3.1. Общие положения

3.2. Явные основания

3.3. Руководство, относящееся к требованиям по конструкции судна и оборудованию

3.4. Руководство по требованиям к сбросам согласно Приложениям I и II к МАРПОЛ – 73/78

3.5. Руководство по контролю эксплуатационных требований

3.6. Безопасный минимальный состав экипажа и дипломирование

## ГЛАВА 4. НАРУШЕНИЯ И ЗАДЕРЖАНИЯ

4.1. Установление судна, не выполняющего требования

4.2. Представление информации о несоответствиях

4.3. Действия государства порта в отношении судов, не выполняющих требования

4.4. Ответственность государства порта по принятию необходимых действий

4.5. Руководство в отношении задержания судов

## ГЛАВА 5. ТРЕБОВАНИЯ ПО ПРЕДСТАВЛЕНИЮ ИНФОРМАЦИИ

5.1. Сообщения со стороны государства порта

5.2. Сообщения со стороны государства флага судна

5.3. Сообщения о нарушениях положений МАРПОЛ – 73/78

## ГЛАВА 6. ПРОЦЕДУРЫ РАССМОТРЕНИЯ ВОПРОСА

6.1. Доклад о комментариях

### ДОПОЛНЕНИЯ

Дополнение 1. РУКОВОДСТВО В ОТНОШЕНИИ ЗАДЕРЖАНИЯ СУДОВ

Дополнение 2. РУКОВОДСТВО ПО ПРОВЕДЕНИЮ РАССЛЕДОВАНИЙ И ИНСПЕКЦИЙ В СООТВЕТСТВИИ С ПРИЛОЖЕНИЕМ I К МАРПОЛ – 73/78

Дополнение 3. РУКОВОДСТВО ПО ПРОВЕДЕНИЮ РАССЛЕДОВАНИЙ И ИНСПЕКЦИЙ В СООТВЕТСТВИИ С ПРИЛОЖЕНИЕМ II К МАРПОЛ – 73/78

Дополнение 4. ПЕРЕЧЕНЬ СВИДЕТЕЛЬСТВ И ДОКУМЕНТОВ

Дополнение 5. СООБЩЕНИЕ ОБ ИНСПЕКЦИИ В СООТВЕТСТВИИ С ПРОЦЕДУРАМИ ИМО ПО КОНТРОЛЮ СУДОВ ГОСУДАРСТВОМ ПОРТА (резолюция А.787(19))

Дополнение 6. ФОРМАТ СООБЩЕНИЯ О НАРУШЕНИИ МАРПОЛ – 73/78 (Статья 6). ПРОЦЕДУРЫ ИМО КОНТРОЛЯ СУДОВ ГОСУДАРСТВОМ ПОРТА (резолюция А.787(19))

Дополнение 7. КОММЕНТАРИИ ГОСУДАРСТВА ФЛАГА СУДНА К СООБЩЕНИЮ О НЕСООТВЕТСТВИЯХ

## 1.6. ОПРЕДЕЛЕНИЯ

### 1.6. DEFINITIONS

1.6.1. **Явные основания:** Доказательство того, что судно, его оборудование или его экипаж в значительной степени не удовлетворяют требованиям соответствующих конвенций, или что его капитан или члены экипажа не знакомы с основными судовыми процедурами, относящимися к безопасности судов или к предотвращению загрязнения. Примеры явных оснований приведены в разделе 2.3.

1.6.1. **Clear grounds:** Evidence that the ship, its equipment, or its crew do not correspond substantially to the requirements of the relevant conventions or that the master or crew members are not familiar with essential shipboard procedures relating to the safety of ships or the prevention of pollution. Examples of clear grounds are included in section 2.3.

- 1.6.2. **Несоответствие:** Состояние, не отвечающее требованиям соответствующей конвенции.
- 1.6.2. **Deficiency:** A condition found not to be in compliance with the requirements of the relevant convention.
- 1.6.3. **Задержание:** Предпринимаемое государством порта действие в тех случаях, когда состояние судна и его экипаж в значительной степени не соответствуют требованиям применимых конвенций и для того, чтобы это судно не могло выйти в море до тех пор, пока его плавание не будет представлять опасности для самого судна или для лиц на его борту или угрозы нанесения вреда морской окружающей среде.
- 1.6.3. **Detention:** Intervention action taken by the port State when the condition of the ship and its crew do not correspond substantially with the applicable conventions to ensure that the ship will not sail until it can proceed to sea without presenting a danger to the ship or persons on board, or without presenting an unreasonable threat of harm to the marine environment.
- 1.6.4. **Инспекция:** Посещение судна для проверки как действительности судовых свидетельств и других документов, так и для проверки общего состояния судна, его оборудования и экипажа.
- 1.6.4. **Inspection:** A visit on board a ship to check both the validity of the relevant certificates and other documents, and the overall condition of the ship, its equipment, and its crew.
- 1.6.5. **Более детальная инспекция:** Инспекция, выполняемая при наличии явных оснований того, что состояние судна, его оборудования или его экипажа в значительной степени не соответствуют содержанию судовых свидетельств и дипломов.
- 1.6.5. **More Detailed Inspection:** An inspection conducted when there are clear grounds for believing that the condition of the ship, its equipment, or its crew does not correspond substantially with the particulars of the certificates.
- 1.6.6. **Должностное лицо, осуществляющее контроль (ДЛОК):** Лицо, уполномоченное надлежащим образом компетентной властью Стороны соответствующей конвенции осуществлять инспекции судов государством порта, и являющееся ответственным — ным только перед этой Стороной конвенции.
- 1.6.6. **Port State Control Officer (PSCO):** A person duly authorized by the competent authority of a Party to a relevant convention to carry out port State control inspections, and responsible exclusively to that Party.
- 1.6.7. **Признанная организация:** Организация, удовлетворяющая оговоренным в резолюции А.739(18) условиям и получившая от Администрации государства флага судна полномочия осуществлять необходимые функции по освидетельствованию и надзору за судами, плавающими под флагом этого государства.
- 1.6.7. **Recognized Organization:** An organization which meets the relevant conditions set forth by resolution A.739(18), and has been delegated by the flag State Administration to provide the necessary statutory services and certification to ships entitled to fly its flag.
- 1.6.8. **Приостановление операций:** Формальное запрещение судну продолжать операции вследствие выявления несоответствий, которые, по отдельности или в совокупности, делают продолжение этих операций опасным.
- 1.6.8. **Stoppage of an operation:** Formal prohibition against a ship to continue an operation due to an identified deficiency(ies) which, singly or together, render the continuation of such operation hazardous.
- 1.6.9. **Судно, не выполняющее требования:** Судно, у которого корпус, механизмы, оборудование (такое, как спасательные средства, радиооборудование, противопожарные средства, средства предотвращения загрязнения) или эксплуатационная безопасность или состав и квалификация экипажа существенно ниже конвенционных стандартов или не соответствуют документу о безопасном минимальном составе экипажа.
- 1.6.9. **Substandard ship:** A ship whose hull, machinery, equipment, or manning, such as for life - saving, radio, fire - fighting, pollution prevention, or operational safety, are substantially

below the standards required by the relevant convention or does not comply with the safe manning document.

1.6.10. **Действительные свидетельства:** Свидетельство, выданное непосредственно Стороной конвенции или по ее поручению признанной организацией и содержащее: состояние, отвечающее требованиям соответствующей конвенции, даты действия и сведения об особенностях судна, его оборудования и экипажа.

1.6.10. **Valid certificates:** A certificate that has been issued directly by a Party to a relevant convention or on its behalf by a recognized organization and contains: accurate and effective dates; meets the provisions of the relevant convention; and, with which the particulars of the ship, its crew and its equipment correspond.

### 3.5.9. РАБОТА С МЕХАНИЧЕСКИМИ УСТАНОВКАМИ

3.5.9.1. ДЛОК может установить, знают ли ответственные лица экипажа свои обязанности в отношении эксплуатации важнейших механических установок, таких, как:

- .1. аварийных и стоящих в готовности источников электропитания;
- .2. вспомогательного рулевого привода;
- .3. пожарных и льяльных насосов; и
- .4. любого другого оборудования, имеющего важное значение в аварийных ситуациях.

3.5.9.2. ДЛОК может убедиться, что ответственные лица экипажа знакомы также, среди прочего, с:

- .1. аварийным генератором:
  - .1. с необходимыми действиями перед запуском двигателя;
  - .2. с различными схемами запуска двигателя в зависимости от источника пусковой мощности; и
  - .3. действиями при неудаче первых попыток запуска;
- .2. стоящим в готовности генератором:
  - .1. возможность ручного или автоматического запуска;
  - .2. процедуры при обесточивании; и
  - .3. схемы распределения нагрузок.

3.5.9.3. ДЛОК может удостовериться, что ответственные лица экипажа знакомы, среди прочего:

- .1. с типом вспомогательного рулевого привода на судне;
- .2. с индикацией, какой рулевой привод работает; и
- .3. что нужно сделать, чтобы перейти на вспомогательный рулевой привод.

3.5.9.4. ДЛОК может убедиться, что ответственные лица экипажа знакомы также, среди прочего:

- .1. с льяльными насосами:
  - .1. количество и размещение льяльных насосов на судне, включая аварийные льяльные насосы;
  - .2. процедуры запуска всех льяльных насосов;
  - .3. работу с основными клапанами (вентильями); и
  - .4. наиболее вероятные причины отказов насосов и способы их устранения;
- .2. с пожарными насосами:
  - .1. количество и размещение пожарных насосов, включая аварийные;
  - .2. процедуры запуска всех пожарных насосов;
  - .3. работу основных клапанов (вентилей).

3.5.9.5. ДЛОК может убедиться, знакомы ли ответственные лица экипажа, среди прочего:

- .1. с запуском и управлением двигателей на спасательных шлюпках и на дежурных шлюпках;
- .2. с процедурами местного управления системами, которые обычно управляются с мостика;

3. с использованием аварийного и полностью автономного источников электропитания радиоустановок;
4. с процедурами обслуживания электробатарей;
5. с аварийными остановками механизмов, системой обнаружения пожара и системой управления водонепроницаемыми и противопожарными дверями (системы запасенной энергии); и
6. с переходом управления с автоматического на ручное в системах охлаждения и смазки главной двигательной установки и вспомогательных механизмов.

### 3.5.11. НЕФТЬ И НЕФТЕСОДЕРЖАЩИЕ СМЕСИ ИЗ МАШИННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

- 3.5.11.1. ДЛОК может установить, выполняются ли все эксплуатационные требования Приложения 1 к МАРПОЛ - 73/78, с учетом:
1. количества образовавшихся нефтяных остатков;
  2. емкости танка для осадков и льяльных вод; и
  3. производительности сепаратора нефтесодержащих вод.
- 3.5.11.2. Должна быть произведена проверка журнала нефтяных операций; ДЛОК может установить факт использования приемных сооружений и отметить высказанную недостаточность таких сооружений.
- 3.5.11.3. ДЛОК может установить, знакомо ли ответственное лицо командного состава с процедурами обращения с осадками и льяльными водами. При этом в качестве руководства могут быть использованы соответствующие пункты из руководства по системам для удаления нефтесодержащих остатков в машинных помещениях. Учитывая вышесказанное, ДЛОК может определить, достаточна ли оставшаяся емкость танка осадков для приема их во время предстоящего рейса. ДЛОК может удостовериться в отношении судов, которые Администрация освободила от выполнения требований правил 16(1) и (2) Приложения 1 к МАРПОЛ - 73/78, что все нефтесодержащие льяльные воды остаются на борту до последующего сброса их в береговые приемные сооружения.
- 3.5.11.4. Если приемные сооружения в других портах не были использованы из-за их недостаточности, ДЛОК должен порекомендовать капитану сообщить об ограничениях приемных сооружений государству флага судна в соответствии с МЕРС/ Circ.215 от 25.04.89.

### 3.5.14. МУСОР

- 3.5.14.1. ДЛОК может установить выполнение всех эксплуатационных требований Приложения V к МАРПОЛ - 73/78, факт использования приемных сооружений и отметить любую высказанную недостаточность таких сооружений.
- 3.5.14.2. На 29 сессии КЗМС было одобрено, а затем опубликовано Руководство по выполнению требований Приложения V к МАРПОЛ - 73/78. Одной из задач Руководства является «...помочь судовладельцам (операторам) в выполнении требований Приложения V и национальных законов».
- 3.5.14.3. ДЛОК может установить:
1. знает ли судовой персонал это руководство, в частности, его раздел 3 «Сокращение до минимума количества потенциального мусора», и раздел 4 «Процедуры переработки и хранения судового мусора»;
  2. знает ли судовой персонал требования, содержащиеся в Приложении V, по удалению и сбросу мусора в пределах и вне пределов особых районов, оговоренных в Приложении V и знает ли он о границах особых районов.

3.5.14.4. Если приемные сооружения в других портах не были использованы из-за их недостаточности, ДЛОК должно рекомендовать капитану сообщить об этом государству флага судна в соответствии с МЕРС/Circ.215 от 25.11.89.

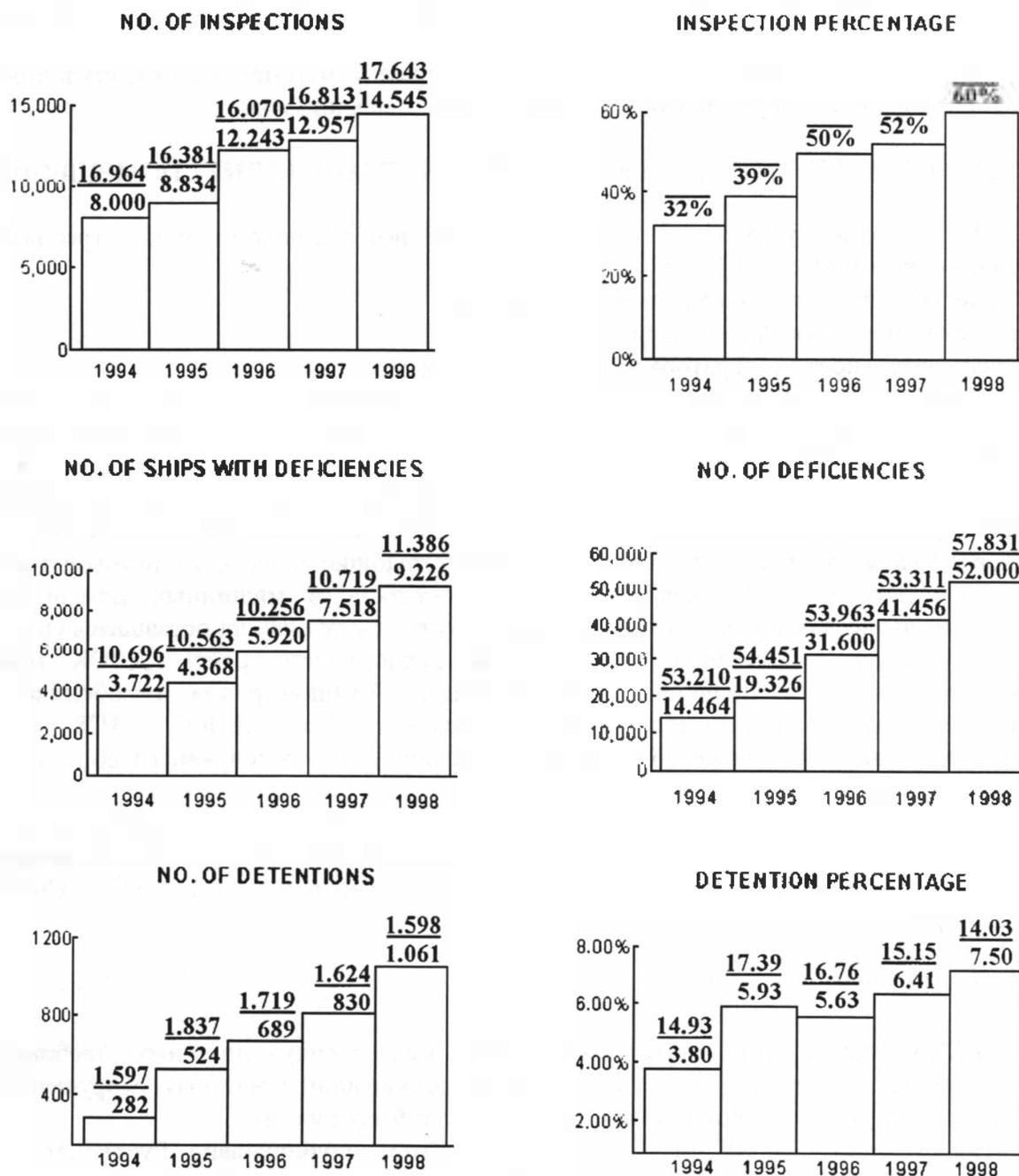


Рис. 2. OVERVIEW OF PORT STATE CONTROL RESULTS 1994 – 1998

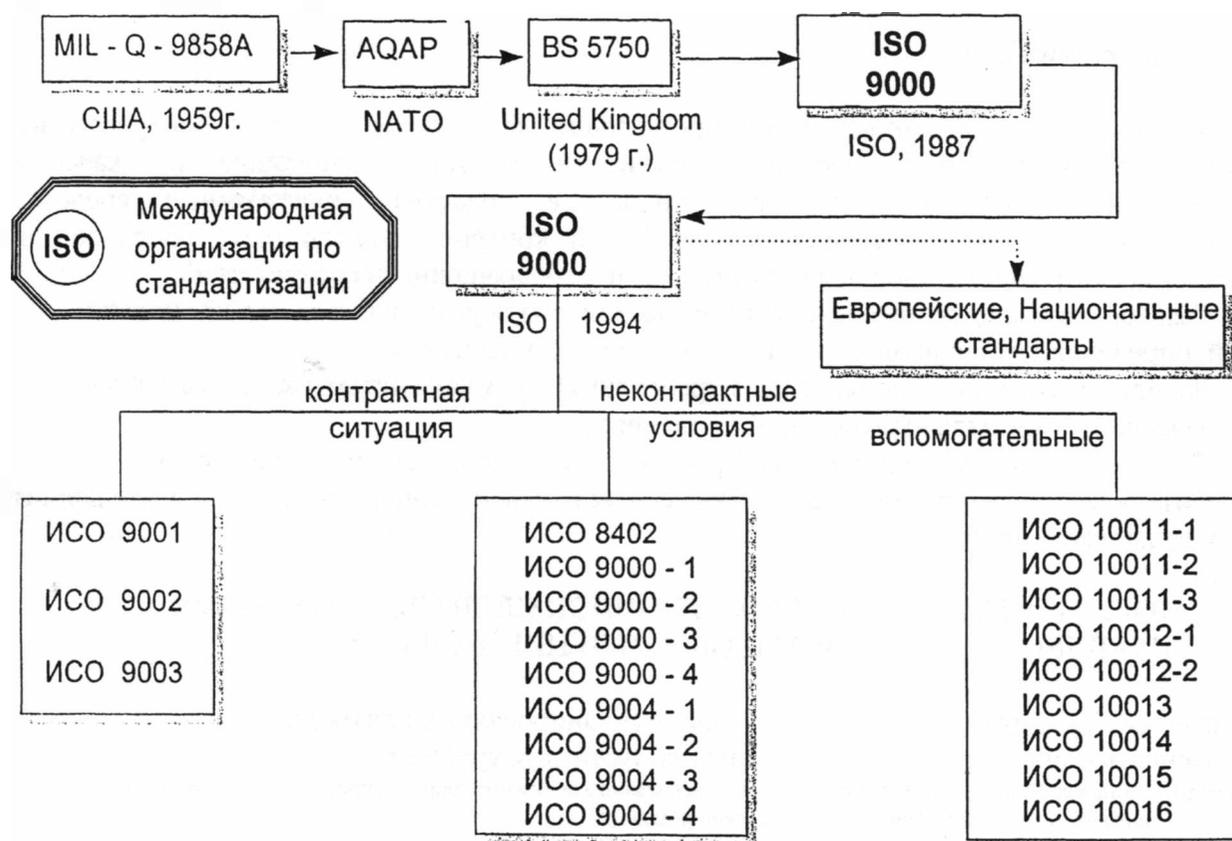


Рис.3 . Международная организация по стандартизации ISO

## ВВЕДЕНИЕ

### Общие положения

Настоящая часть стандарта ИСО 9004, также как и все другие стандарты в семействе стандартов ИСО 9000, носит общий характер и не зависит от какой-либо конкретной отрасли промышленности или экономики. Вместе взятые они содержат руководящие указания по управлению качеством и моделям обеспечения качества.

Международные стандарты из семейства стандартов ИСО 9000 содержат описание того, какие элементы должны включать системы качества, а не того, как конкретная организация должна реализовать эти элементы. Из-за различия нужд организаций данные стандарты не ставят целью добиться однородности систем качества. Построение и практическое применение системы качества должны определяться задачами, продукцией, процессами и индивидуальными подходами конкретной организации.

Основной задачей любой организации является обеспечение качества выпускаемой продукции (см. определенные понятия "продукция", приведенное в п. 3.5., которое включает и услуги).

Успешная деятельность организации обеспечивается выпуском продукции, которая:

- отвечает четко определенным потребностям, области применения или назначению;
- удовлетворяет требованиям потребителя;
- соответствует применяемым стандартам и техническим условиям;
- отвечает требованиям общества (см. п. 3.3.);
- учитывает требования охраны окружающей среды;

- f) предлагается потребителю по конкурентоспособным ценам;
- g) является экономически выгодной.

### Цели организации

Для достижения поставленных целей организация должна держать под контролем все технические, административные и человеческие факторы, влияющие на качество выпускаемой продукции, будь то технические средства, программные средства, перерабатываемые материалы или услуги. Такой контроль должен быть направлен на сокращение, устранение и, что наиболее важно, предотвращение несоответствий.

Разработка и внедрение системы качества должны осуществляться для достижения целей, определенных Политикой организации в области качества.

Значимость каждого элемента (или требования) в рамках системы качества зависит от вида деятельности и вида выпускаемой продукции.

Для обеспечения максимальной эффективности и удовлетворения требований потребителя важно, чтобы система качества соответствовала конкретному виду деятельности или предлагаемой продукции.

### СМЫСЛ ПОНЯТИЙ ОСНОВНЫХ ТЕРМИНОВ СЛОВАРЯ ИСО 8402:1994 "УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА"

Управление (У) – организация, регулирование (планирование), контроль.

Безопасность – риск, ущерб, ограниченный допустимым уровнем.

Процедура – комплекс действий, изложенных в форме письменного документа, определяющего задачи, содержание, порядок выполнения действий и их целевой результат.

Объект – Продукция.

Продукция – результат деятельности по:

1. производству СТО, запчастей и т.п.;
2. переработке материалов;
3. программному обеспечению;
4. информации;
5. оказанию услуг для нас: услуг по перевозке грузов и пассажиров, снабжению, обслуживанию (ТО, Р, ТИ).

### ОБЩЕЕ РУКОВОДСТВО КАЧЕСТВОМ И СТАНДАРТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА. БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] ИСО 9000-2:1993. Общее руководство качеством и стандарты по обеспечению качества - часть 2: Общие руководящие указания по применению СО 9001. ИСО 9002 и ИСО 9003.
- [2] ИСО 9000-3:1991. Общее руководство качеством и стандарты по обеспечению качества - часть 3: Руководящие указания по применению ИСО 9001 при разработке, поставке и обслуживании программного обеспечения.
- [3] ИСО 9000-4:1993. Общее руководство качеством и стандарты по обеспечению качества - часть 4: Руководство по управлению программой надежности.
- [4] ИСО 9001:1994. Системы качества. Модель для обеспечения качества при проектировании, разработке, производстве, монтаже и обслуживании.
- [5] ИСО 9002:1994. Системы качества. Модель для обеспечения качества при производстве, монтаже и обслуживании.
- [6] ИСО 9003:1994. Системы качества. Модель для обеспечения качества при окончательном контроле и испытаниях.

- [7] ИСО 9004:1994. Общее руководство качеством и элементы системы качества - часть 1: Руководящие указания.
- [8] ИСО 9004-1:1994. Общее руководство качеством и элементы системы качества - часть 2: Руководящие указания по услугам.
- [9] ИСО 9004-3:1993. Общее руководство качеством и элементы системы качества - часть 3: Руководящие указания по перерабатываемым материалам.
- [10] ИСО 9004-4:1993. Общее руководство качеством и элементы системы качества - часть 4: Руководящие указания по улучшению качества.
- [11] ИСО 10011-1:1990. Руководящие указания по проверке систем качества - часть 1: Проверка.
- [12] ИСО 10011-2:1991. Руководящие указания по проверке систем качества - часть 2: Квалификационные критерии для экспертов-аудиторов по проверке систем качества.
- [13] ИСО 10011-3:1991. Руководящие указания по проверке систем качества - часть 3: Руководство программой проверок.
- [14] ИСО 10012-1:1992. Требования, гарантирующие качество измерительного оборудования - часть 1: Система подтверждения метрологической пригодности измерительного оборудования.
- [15] ИСО 10013 (предстоит публикация). Руководящие указания по разработке руководств по качеству.
- [16] ИСО/Технический отчет 13425 (предстоит публикация). Руководящие указания по выбору статистических методов при стандартизации.
- [17] ИСО Справочник 3:1989. Статистические методы.
- [18] ИСО Словарь 8402. Управление качеством и обеспечение качества.

- [7] ИСО 9004:1994. Общее руководство качеством и элементы системы качества - часть 1: Руководящие указания.
- [8] ИСО 9004-1:1994. Общее руководство качеством и элементы системы качества - часть 2: Руководящие указания по услугам.
- [9] ИСО 9004-3:1993. Общее руководство качеством и элементы системы качества - часть 3: Руководящие указания по перерабатываемым материалам.
- [10] ИСО 9004-4:1993. Общее руководство качеством и элементы системы качества - часть 4: Руководящие указания по улучшению качества.
- [11] ИСО 10011-1:1990. Руководящие указания по проверке систем качества - часть 1: Проверка.
- [12] ИСО 10011-2:1991. Руководящие указания по проверке систем качества - часть 2: Квалификационные критерии для экспертов-аудиторов по проверке систем качества.
- [13] ИСО 10011-3:1991. Руководящие указания по проверке систем качества - часть 3: Руководство программой проверок.
- [14] ИСО 10012-1:1992. Требования, гарантирующие качество измерительного оборудования - часть 1: Система подтверждения метрологической пригодности измерительного оборудования.
- [15] ИСО 10013 (предстоит публикация). Руководящие указания по разработке руководств по качеству.
- [16] ИСО/Технический отчет 13425 (предстоит публикация). Руководящие указания по выбору статистических методов при стандартизации.
- [17] ИСО Справочник 3:1989. Статистические методы.
- [18] ИСО Словарь 8402. Управление качеством и обеспечение качества.

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИЗ ИНСТРУКЦИИ ЗАВОДА – ИЗГОТОВИТЕЛЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ  
ДЕЙДУВНЫХ УПЛОТНЕНИЙ SIMPLEX – COMPACT – SEAL

**Blohm & Voss AG**  
SIMPLEX – COMPACT – SEAL  
DIMENSIONS WITH TOLERANCES

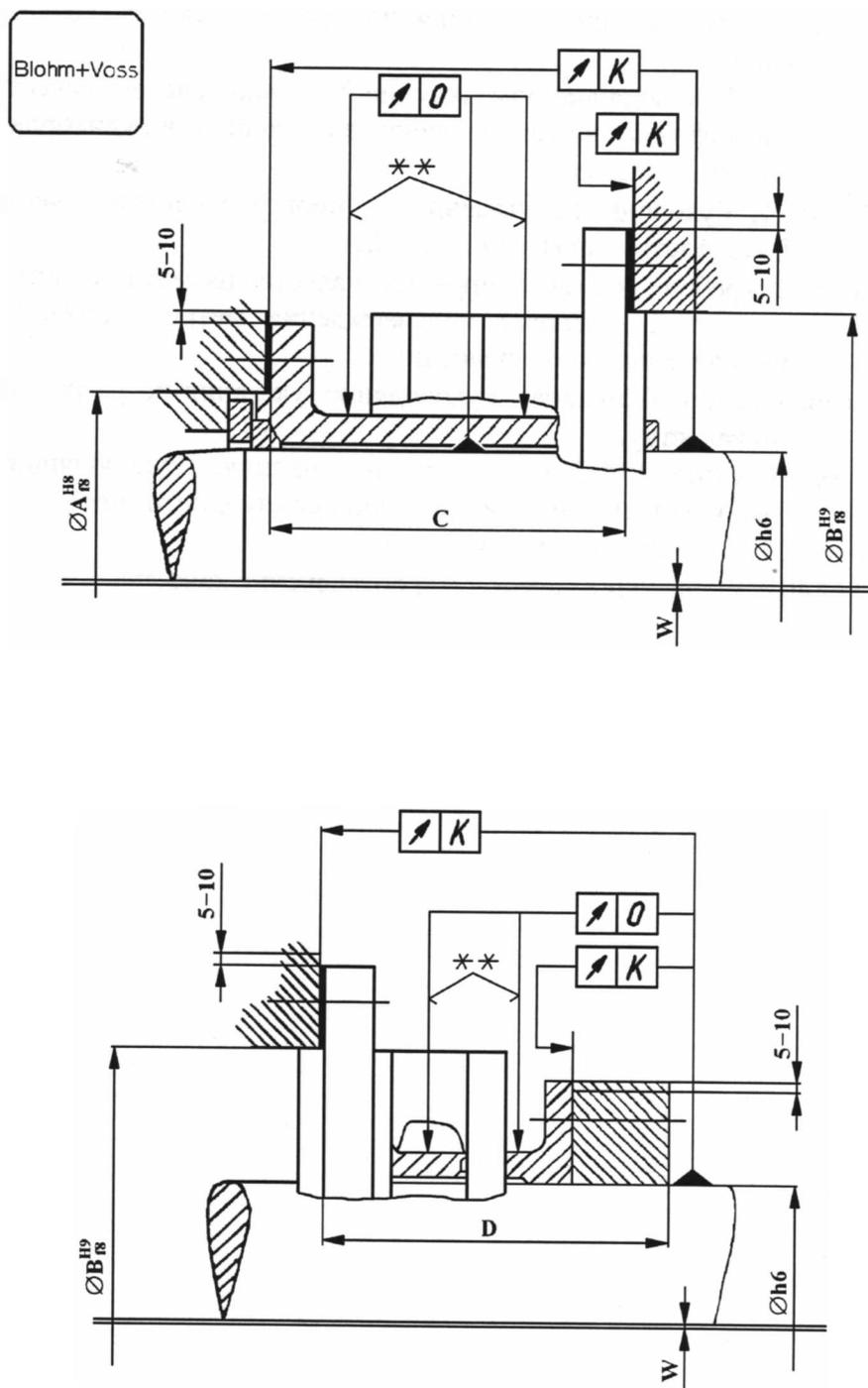


Рис. 4

All dimensions in mm

\*\* to be measured at the same time

August 07, 1992

SIZE	A	B	C	D	K	O	W* Displacement of shaft CD			
125	145	210	160	142	±1	±0-0,08	0-0,15			
155	175	240	160	142						
170	200	255	160	142						
190	214	275	160	142						
200	224	285	160	142						
220	240	305	160	142						
240	260	345	170	157						
260	284	365	175	157						
280	300	385	175	162						
300	320	405	175	162						
330	360	435	175	165	±2	±0-0,12	0-0,2			
355	384	475	195	184						
380	406	500	195	184						
400	424	520	200	184						
420	450	540	200	189						
450	476	575	225	206						
480	510	605	225	206						
500	526	625	225	206						
530	550	655	225	206						
560	588	700	240	224				±3	±0-0,16	0-0,3
600	620	740	240	224						
630	670	770	245	241						
670	710	810	245	241						
710	740	865	280	268						
750	780	905	280	318	±4	±0-0,16	0-0,4			
800	825	960	310	336						
850	870	1010	310	336						
900	920	1065	330	352						
950	970	1115	330	352						
1000	1040	1165	330	352						
1060	1100	1245	350	395						
1120	1160	1305	355	405						
1180	1220	1365	355	405						
1250	1290	1440	370	411						

\* AT THE LATEST WHEN THESE VALUES HAVE DOUBLED IS A MAINTENANCE OF THE BEARING NECESSARY.

**OFFSET SHEET OF AFT AND FORWARD  
SIMPLEX – COMPACT – SEAL**

**AFT SEAL**

BELONGS TO 7-195-1260	A	B	C/D	$K_{max}$	O	W	ISSUED: DATE/Name:
NOMINAL SIZE:							
1. MEASUREMENT							
2. MEASUREMENT							
3. MEASUREMENT							
4. MEASUREMENT							
5. MEASUREMENT							

**FORWARD SEAL**

1. MEASUREMENT							
2. MEASUREMENT							
3. MEASUREMENT							
4. MEASUREMENT							
5. MEASUREMENT							

**РАЗДЕЛ III**

**ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ**  
**И**  
**ЭЛЕКТРОНИКА**

# ВНУТРИСУДОВАЯ СВЯЗЬ

## МАШИННЫЕ И МОТОРНЫЕ ТЕЛЕГРАФЫ

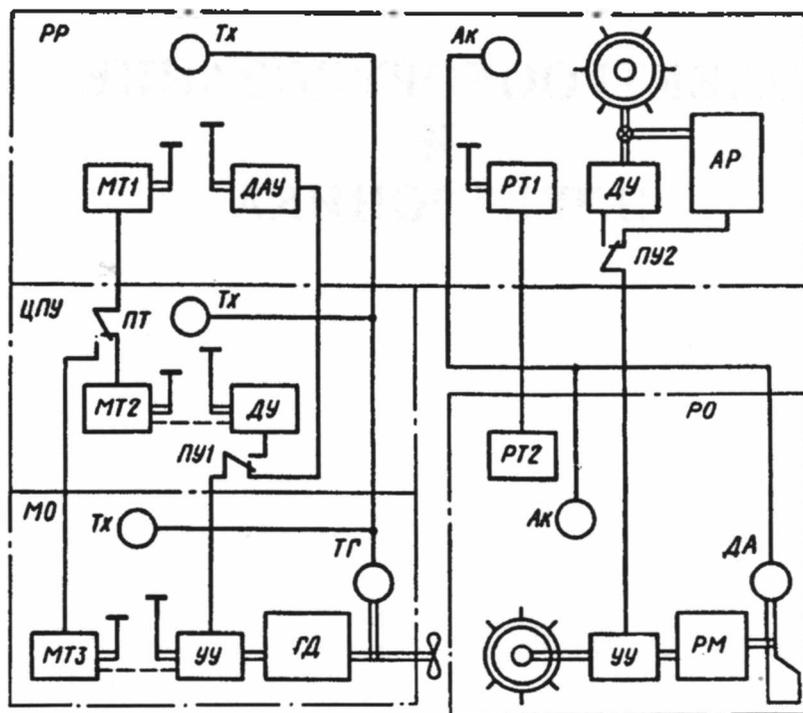


Рис. 1. Схема управления судном

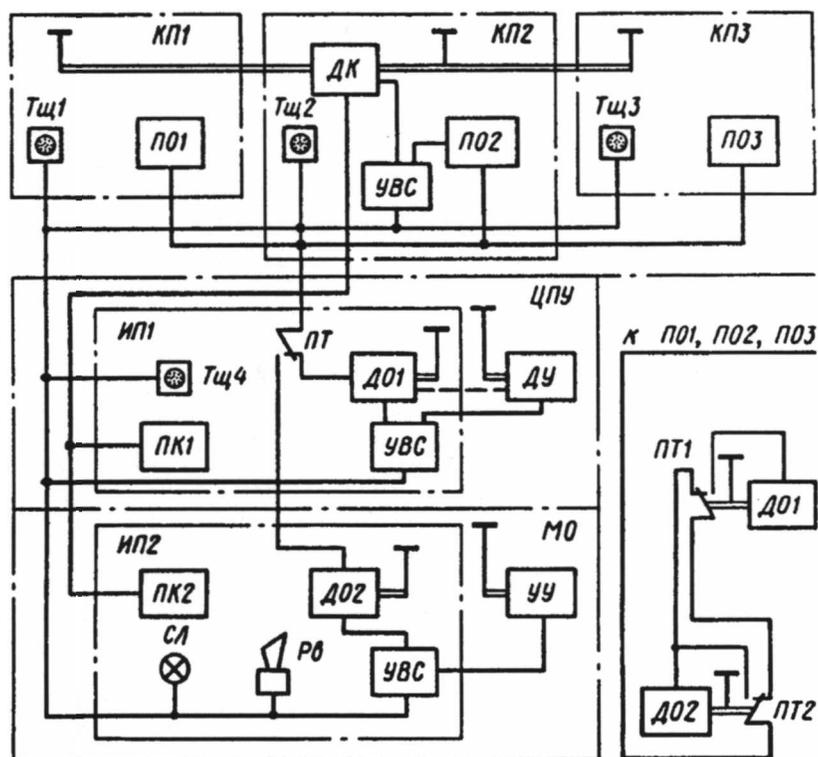


Рис. 2. Структурная схема машинного телеграфа

**РАЗДЕЛ III**

**ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ**  
**И**  
**ЭЛЕКТРОНИКА**

# ВНУТРИСУДОВАЯ СВЯЗЬ

## МАШИННЫЕ И МОТОРНЫЕ ТЕЛЕГРАФЫ

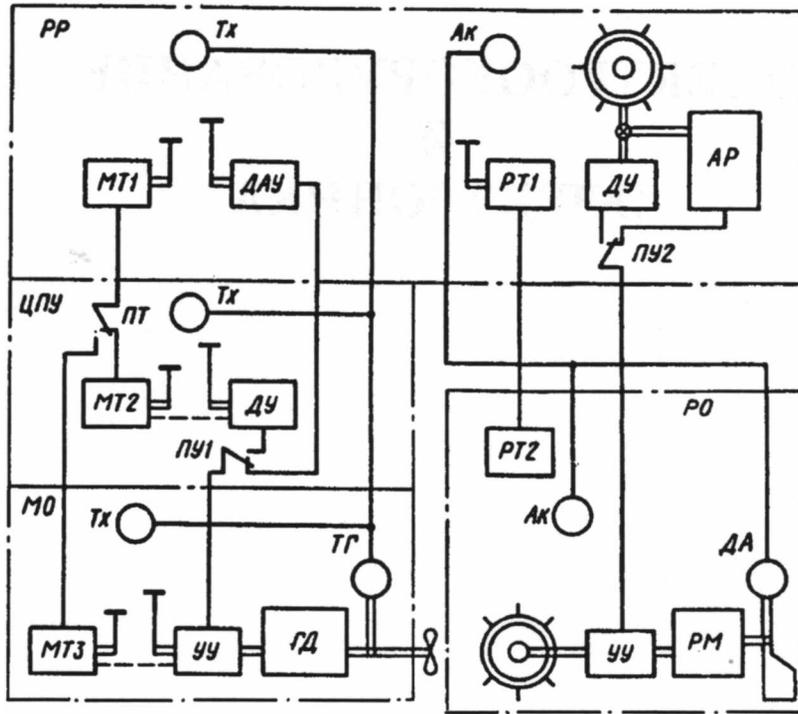


Рис. 1. Схема управления судном

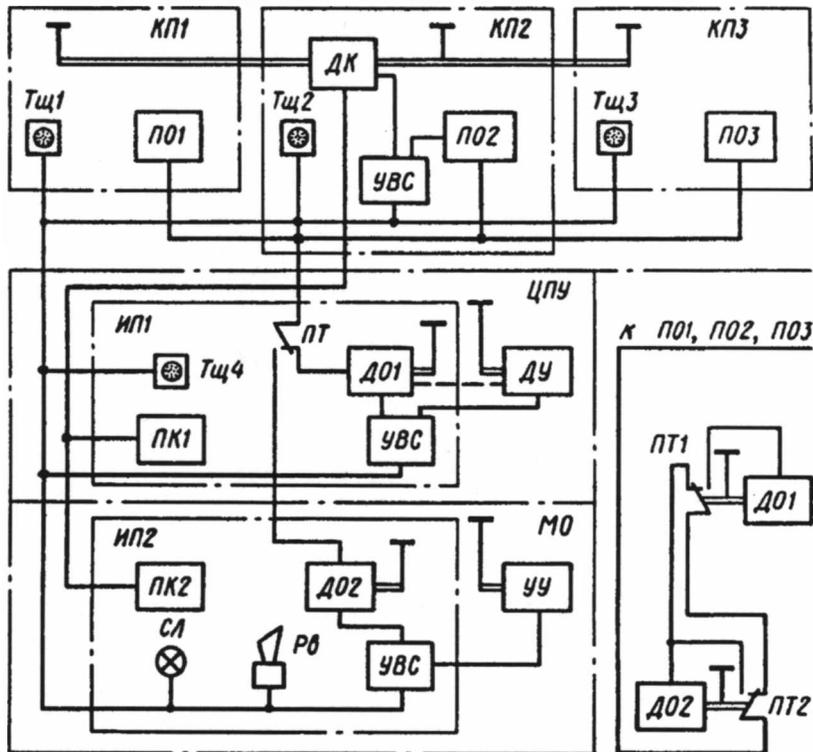


Рис. 2. Структурная схема машинного телеграфа

# Сельсинные телеграфы

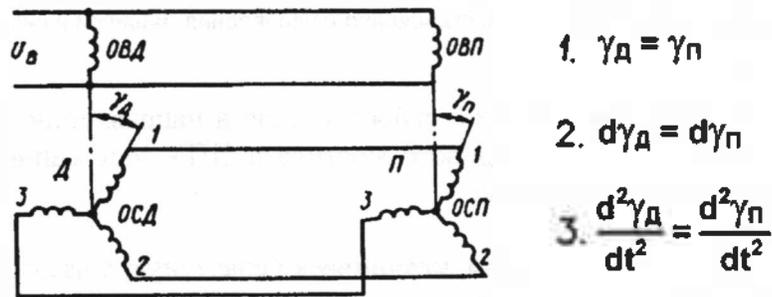


Рис. 3. Схема индукционной системы синхронной связи

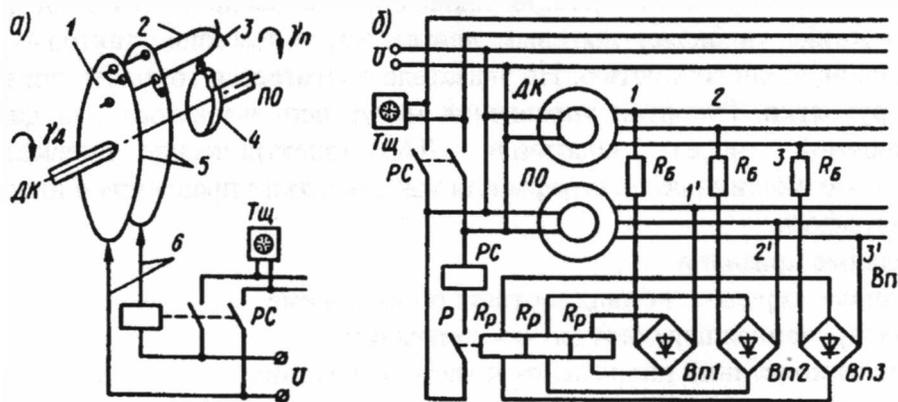
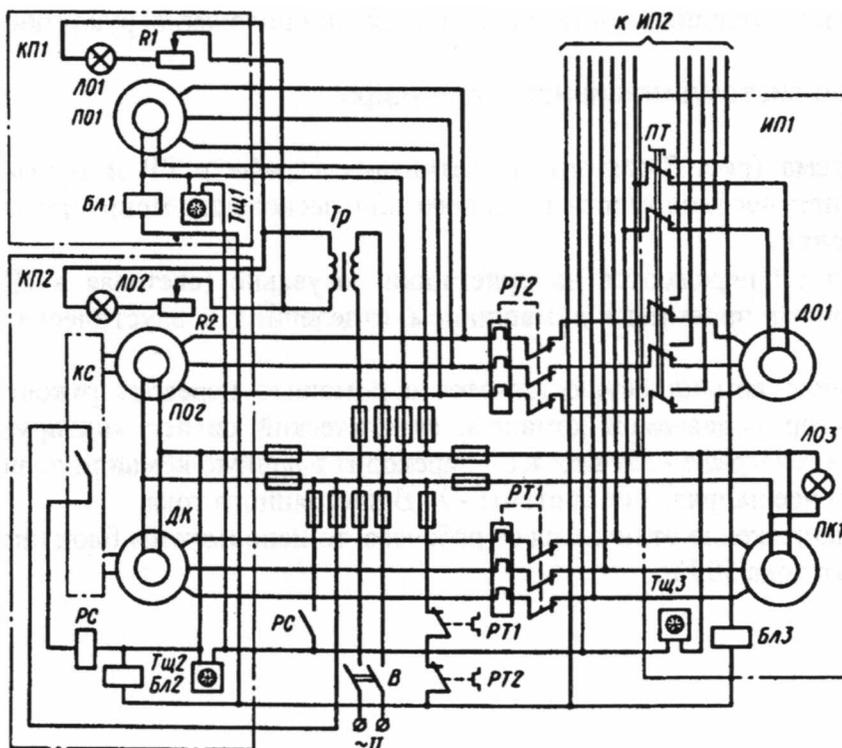


Рис. 4. Устройства включения вызывной сигнализации машинных телеграфов:  
 а). действует по принципу сравнения угловых положений датчика и приемника;  
 б). действует по принципу сравнения напряжений датчика и приемника



## Рис. 5. Принципиальная схема машинного телеграфа Потенциометрические телеграфы

Машинные телеграфы с рукоятками для дистанционного управления машиной и системой электрического вала

Телеграфы служат для передачи команд о скорости хода и направлении движения судна из рулевой рубки (РР) или с крыльев ходового мостика в ЦПУ или машинное отделение, а также для получения ответа об их приеме.

### Принцип работы

При воздействии на рукоятку управления, механически связанную с датчиком, управляющий сигнал передается на приемник и считывающее устройство. Основным элементом датчика - прецизионный потенциометр на основе проводящих пластмасс. Операционные усилители образуют петлю выходного тока (4...20 мА) для передачи сигнала. Влияние сопротивления проводов и колебания напряжения питания таким образом исключается. Блок формирования сигналов в приемнике управляет шаговым двигателем с помощью тактовых импульсов с высокой разрешающей способностью. На указателе достигается точность показания до 1 % угла поворота рукоятки. Рукоятки управления могут использоваться для дистанционного управления машиной через задатчики ДАУ (электрические пневматические или гидравлические), как машинные телеграфы или как рукоятки управления с интегрированным машинным телеграфом.

### Отличительные признаки

- \* Раздельные каналы передачи команд и ответа об их приеме
- \* Самосинхронизированная передача датчик-приемник
- \* Независимость от колебаний напряжения и частоты питания
- \* Возможность подключения неограниченного количества приемников к одному датчику
- \* Информация о готовности к эксплуатации
- \* Автоматический контроль напряжения питания
- \* Регулируемое освещение
- \* Встроенная звуковая сигнализация о подаче и приеме команд
- \* Блок-контакт реверса
- \* Три потенциально-свободных контакта для индикации положения рукоятки управления

### Простейшая система машинного телеграфа

Простейшая система (рис. 7) состоит из датчика-телеграфа в РР и приемника-телеграфа в ЦПУ, а также при необходимости из одного или нескольких мониторных приемников в машинном отделении.

Команды из РР передаются на приемники визуально (световая в ЦПУ, положение стрелки мониторного приемника в машинном отделении) и акустически (встроенный в датчик зуммер).

Подтверждение команд осуществляется с помощью перевода рукоятки телеграфа - приемника в сектор подаваемой команды, акустический сигнал квитируется, и стрелка обратной связи на телеграфе - датчике в РР переходит в данную командную позицию.

Номинальное рабочее напряжение системы - 24 В постоянного тока.

Если питающее напряжение отличается от рабочего, то используется блок питания 220 В или 110 В переменного тока 50 Гц.

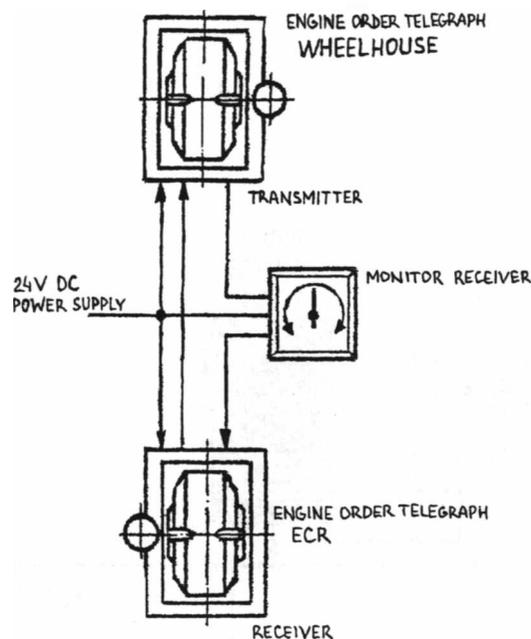


Рис. 7. Схема простейшего машинного телеграфа

### Машинный телеграф с системой электрического вала

Машинный телеграф (рис. 8) комплектуется дополнительным подключением к простейшему машинному телеграфу других телеграфов - датчиков (до 8 постов) с помощью электрического вала и приемной (MASTER) клавиши.

Благодаря применению электрического вала команды могут подаваться с любого машинного датчика- телеграфа в РР или на крыльях мостика.

MASTER - клавиша датчика - телеграфа соответствующего командного поста.

Загоревшаяся клавиша означает, что соответствующий датчик-телеграф (командный пост) принял на себя MASTER - функцию.

**Дистанционное управление машиной с помощью рукояток системы машинного телеграфа с электрическим валом или интегрированным (непрерывная передача команд в условных оборотах гребного вала) машинным телеграфом**

Дистанционное управление осуществляется вышеописанной системой с включением интегрирующего устройства для дистанционного управления машиной.

Функции дистанционного управления машиной могут выполнять как рукоятки командных постов в РР, так и постов в ЦПУ.

Для электрического дистанционного управления машиной и настройки принтера команд рукоятки связаны с системой простых и многоканальных потенциометров.

Рукоятки управления, связанные с маневренными клапанами, используются для пневматического или гидравлического управления.

Через потенциально-свободные контакты передается сообщение о положении рукоятки управления на задатчики ДАУ или на принтер команд.

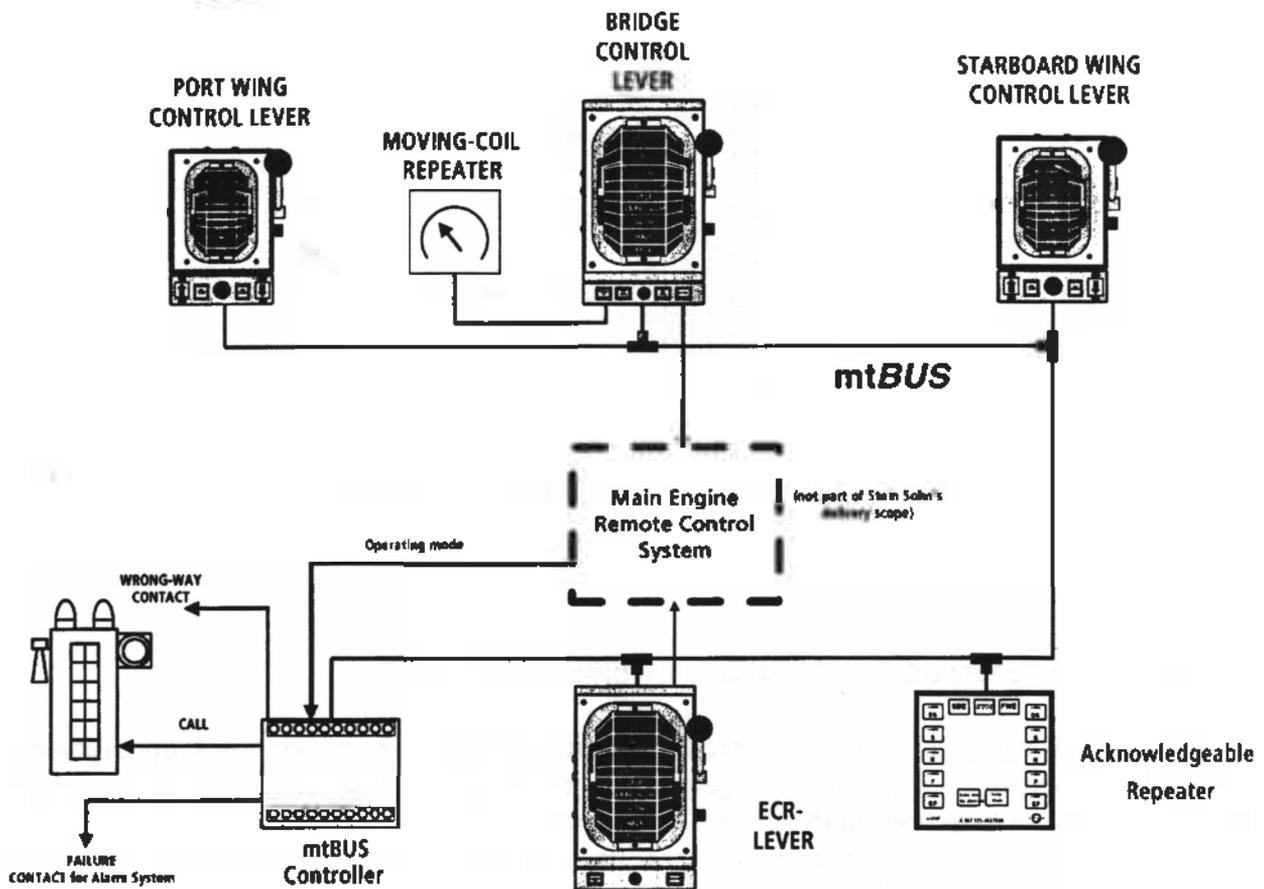
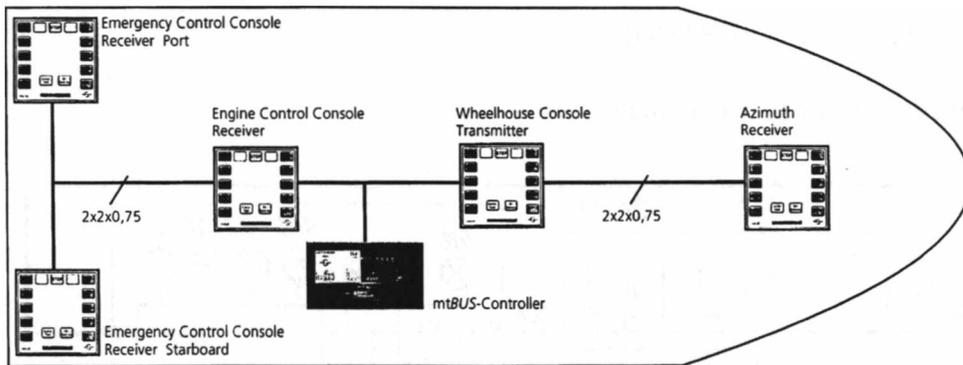


Рис. 8. Общий вид системы

### Аварийный машинный телеграф

Аварийный машинный телеграф (рис. 9) состоит из датчика, встраиваемого в пульт управления РР и приемника в ЦПУ (щите управления агрегатами). Представляет собой двухсторонний световой машинный телеграф, функцию стрелки у которого выполняет мигающий сектор светового поля соответствующий передаваемой команде. При установке рукоятки приемника соответственно принимаемой команде световой сигнал квитируется.



#### Installation

- Free topology of the network
- Independent 24 Volt DC power supply for each receiver possible
- Each Unit is equipped with an output for sounder or bell



Рис. 9. Аварийный телеграф

#### Отличительные признаки

- \* Мигающая световая индикация при изменении команды, непрерывный свет после квитирования
- \* Безотказная индикация световых полей, благодаря двухконтурной системе светодиодов
- \* Раздельная регулировка освещения шкалы и поля команд
- \* Встроенная звуковая сигнализация в датчике о подаче команд
- \* Блок-контакт реверса
- \* Независимость от колебаний напряжения питания

#### Технические данные

Напряжение питания: 24 В постоянного тока  
 Исполнение: 1P23 (1P65 по отдельному заказу)  
 Количество команд: 11 (другое количество по отдельному заказу)

# ПОЖАРНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ

## Структурные схемы и извещатели

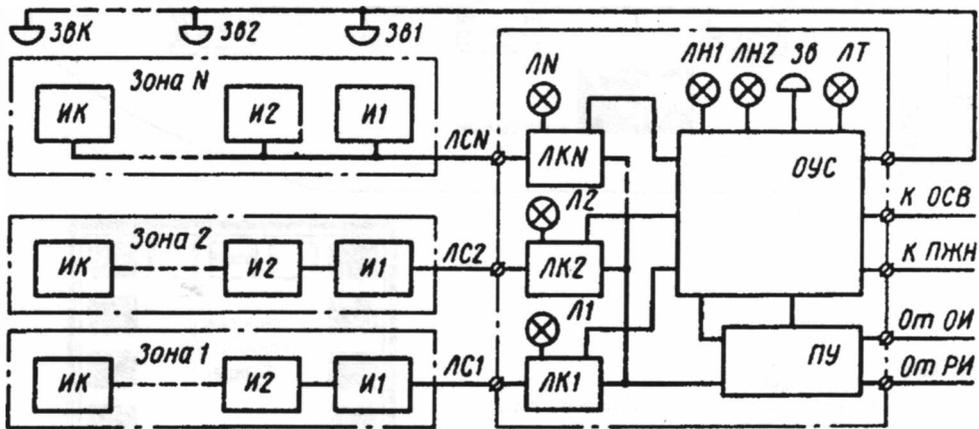


Рис. 10. Структурная схема лучевой системы пожарной сигнализации

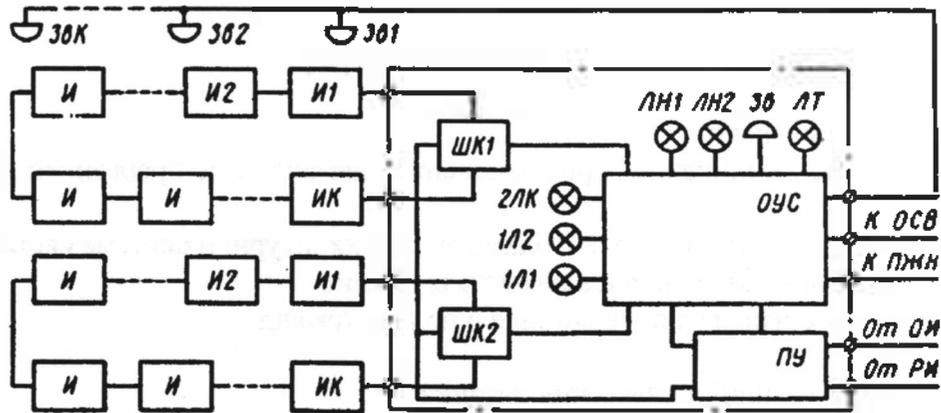


Рис. 11. Структурная схема шлейфной системы пожарной сигнализации

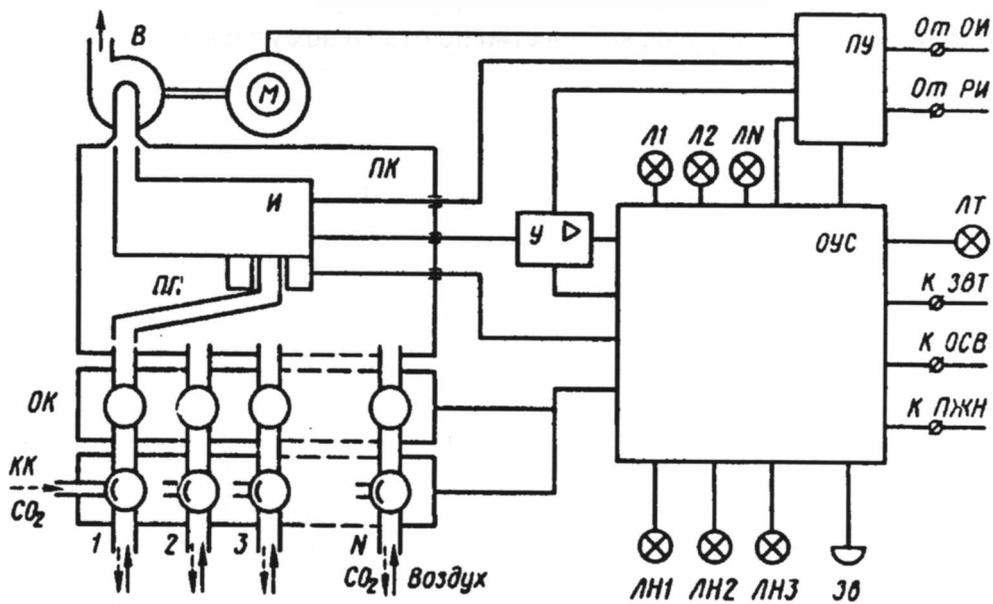


Рис. 12. Структурная схема станции дымовой пожарной сигнализации

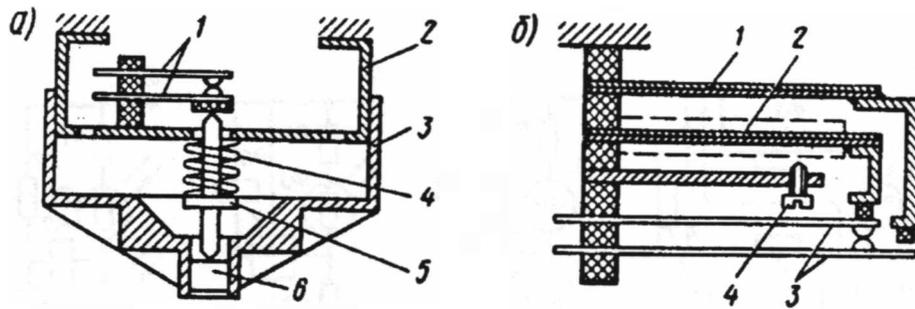


Рис. 13. Контактные температурные пожарные извещатели: а). максимальный с плавкой вставкой; б). максимально – дифференциальный с биметаллическими пружинами

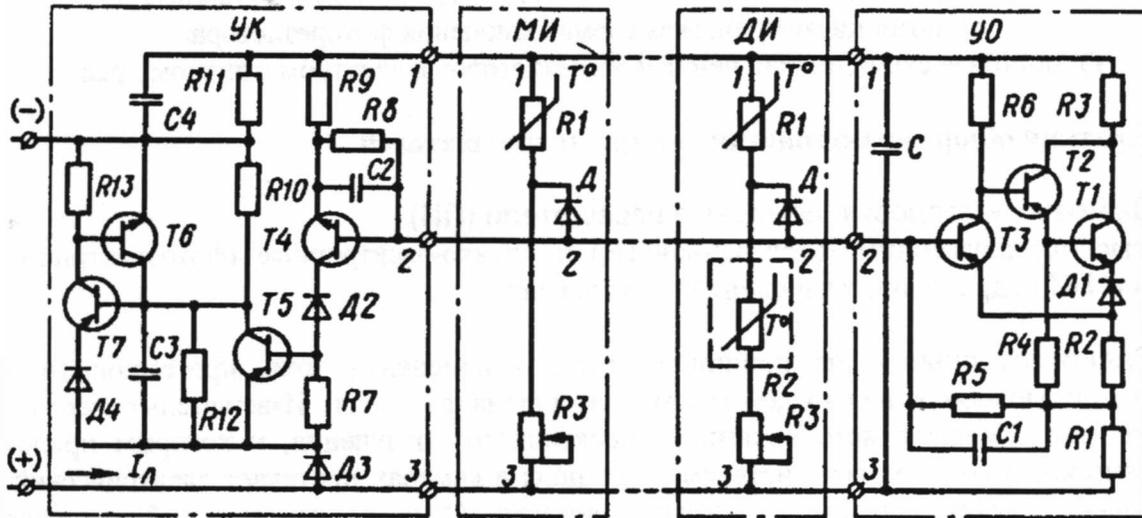


Рис. 14. Бесконтактные температурные пожарные извещатели с общелучевым (УК) и оконечным (УО) усилителями

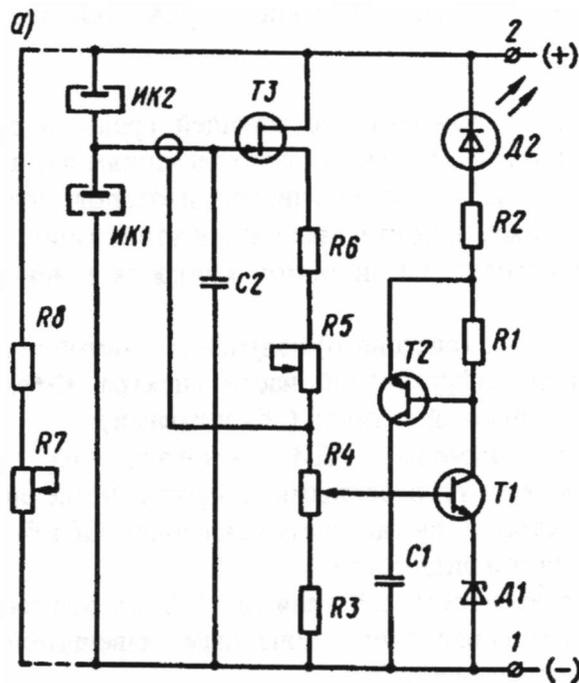


Рис. 15. Дымовые ионизационные пожарные извещатель с полупроводниковым усилителем

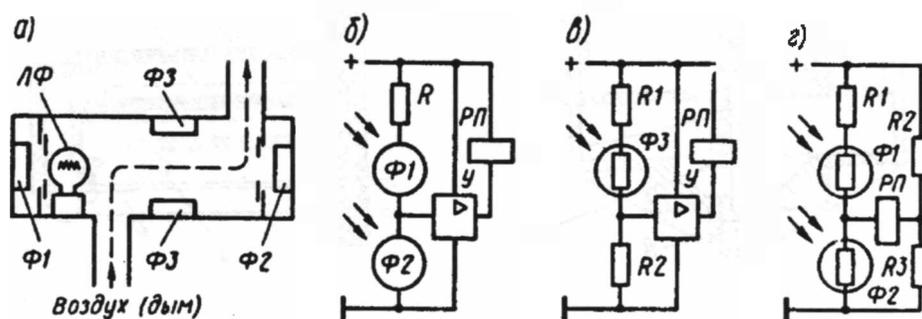


Рис. 16. Дымовые фотоэлектронные пожарные извещатели: а). эскиз устройства; б). дифференциальная схема подключения фотоэлементов к усилителю; в). потенциметрическая схема включения фоторезистора; г). мостовая схема подключения фоторезисторов к электромагнитному реле

### Краткий обзор характеристик пожарных извещателей

#### Дымовые и тепловые пожарные извещатели (ПИ).

Дымовые: радиоизотопные (ионизационные) и оптико-электронные (фотоэлектрические). Оба вида ПИ подразделяются на линейные и точечные.

**Радиоизотопные** – на принципе контроля изменения тока, протекающего через ионизационную камеру под воздействием частиц дыма (аэрозоля). Извещатель содержит, как правило, две камеры с источниками радиоактивного излучения, к которым приложено электрическое поле. Под воздействием этого поля в камерах протекает электрический ток, вызванный ионизированными молекулами воздуха. Одна из камер – рабочая является доступной для частиц дыма, находящихся в воздушной среде, а вторая – компенсационная изолированная от внешней среды.

Достоинство – реакция на светлый и темный дым, на продукты гидролизного разложения, образуемые при нагревании органических веществ еще до момента начала тления и выделения дыма, что положительно отражается на скорости регистрации возгорания.

Недостатки:

- работа при ограниченной влажности окружающей среды и ограниченных скоростях воздушных потоков что приводит к ложным срабатываниям извещателей.
- наличие в конструкции ПИ радиоактивных изотопов что требует соблюдения специальных мер при монтаже, ремонте, хранении и утилизации.

**Оптико-электронные:** строятся на принципе контроля изменения оптических свойств окружающей среды.

Источник электромагнитного (светового) излучения – источник света, работающий как в видимой, так и в ближней инфракрасной части спектра. Формирование луча в этих извещателях осуществляется линзовой оптикой (объективами).

Устройство линейных дымовых ПИ основано на принципе ослабления электромагнитного потока между разнесенными в пространстве источником излучения и фотоприемником под воздействием частиц дыма (аэрозоля). Оба блока находятся на одной геометрической оси в зоне прямой видимости.

Достоинства – большая дальность действия (до 100 м), невысокая стоимость системы сигнализации, более простые (по сравнению с точечными извещателями) способы защиты от внешних неблагоприятных воздействий.

Недостатки – необходимость прямой видимости между источником излучения и фотоприемником (не должно быть преград), применение специальных методов обработки сигнала из-за снижения мощности электромагнитного потока под воздействием меняющихся

климатических условий эксплуатации, накопления пыли на линзовой оптике извещателя, из-за старения элементов оптопары (источника) и связанного с этим изменениями их параметров.

Линейные дымовые ПИ лучше реагируют на темный и серый дым.

Точечные дымовые ПИ: на принципе отражения электромагнитного потока источника излучения на частицах дыма (аэрозоля) и приеме отраженного излучения фотоприемником.

Конструктивное отличие точечных оптико-электронных извещателей от линейных в том, что источник излучения и фотоприемник – в одном корпусе, образующем извещатель, и расположены друг к другу под углом примерно в  $120^\circ$ . При появлении дыма электромагнитное (световое) излучение отражается на частицах аэрозоля (дыма) и попадает на фотоприемник.

Точечные имеют высокую чувствительность к световым и серым дымам, малую инерционность.

Недостатки – несколько худшая чувствительность, чем у радиоизотоп. извещателей, к темным дымам, плохо отражающим электромагнитное излучение источника света, а также необходимость принятия специальных мер при создании конструкции извещателя для доступа в него дыма.

**Тепловые ПИ.** В настоящее время в чувствительных элементах таких ПИ используются следующие явления: термоэлектрический эффект при определенных температурах: магнитов, ферромагнитных материалов, механических свойств легкоплавких сплавов, электропроводности полупроводниковых материалов, линейных размеров металлов и др. В последнее время широко применяются материалы с эффектом «памяти формы», в основе которого лежат термоупругие мартенситные реакции, характерные для ряда металлических сплавов, в частности никелида титана.

ПИ на излучение открытого пламени. Такие ПИ получили наибольшее развитие применительно к судам, на которых перевозятся взрывчатые материалы, легковоспламеняющиеся жидкости, горючие газы. Основные их преимущества по сравнению с тепловыми и дымовыми – повышенная чувствительность, независимость температуры срабатывания от направления воздушных потоков в защищаемом помещении, градиентов температур, высоты потолков и перекрытий, объема и конфигурации помещений.

Но для них характерна проблема обеспечения требуемой помехозащищенности от прямого и отраженного излучения источников естественного и искусственного освещения, от излучения нагретых частей технологического оборудования, от грозовых разрядов и т.п.

Извещатели данного класса разрабатываются на основе фотопреобразователей, чувствительных к излучению пламени в ультрафиолетовой (УФ) и инфракрасной (ИК) областях спектра.

Преобразователи видимого излучения практически не используются в связи с существенными трудностями в обеспечении помехозащищенности.

В настоящее время создан счетчик фотонов СИ-45ф для использования в пожарных извещателях пламени.

В таких извещателях пламени инфракрасного излучения наибольшее применение получили фоторезисторы и фотодиоды.

Преобразователь излучения ФМ-611 (комбинация кремневого фотодиода, фотодиода на основе Pb - Si и инфракрасного светодиода).

### Извещатель пожарный тепловой адресно-аналоговый «ГАММА-01 ИПТА»

**Назначение.** Извещатель максимально-дифференциального действия «Гамма-01 ИПТА» предназначен для обнаружения загораний, сопровождающихся повышением температуры в закрытых помещениях производственных зданий и сооружений, а также на различных видах транспортных средств и рассчитан для совместной работы с прибором приемно-контрольным и управления охранно-пожарным (ППКУОП) «Гамма-01».

**Технические характеристики.** Извещатель преобразовывает в цифровой код температуру окружающей среды в диапазоне от минус 30 до плюс 120°C с шагом преобразования не более 0,5°C и временем преобразования не более 0,5 с.

Инерционность срабатывания извещателя при ступенчатом повышении температуры, не более:

10 с – при скорости повышения температуры более 5°C/мин;

60 с – при достижении контрольной точки, плюс 70°C.

Извещатель должен включаться в адресный шлейф устройства «Гамма-01» с напряжением питания постоянного тока  $5 \pm 1$ В.

Ток, потребляемый извещателем в дежурном режиме, мА, не более	0,4.
Температура окружающей среды, °С	от минус 30 до плюс 50°C.
Относительная влажность воздуха при температуре 80°C, %, не более	98
Степень защиты оболочки извещателя по ГОСТ 14254-96	IP40
габаритные размеры, мм, не более	85x36
Масса, кг, не более	0,7
Назначенный срок службы, лет, не менее	10

**Примечание:** параметры адресного шлейфа прибора «Гамма-01»:

электрическое сопротивление, Ом, не более	200,
электрическая емкость, нФ, не более	2,5
длина, м, не более	300
количество извещателей, шт., не более	30

### Извещатель пожарный дымовой оптико-электронный адресно-аналоговый ИП 212-«ФРЕГАТ»

**Назначение.** Извещатель дымовой точечный ИП 212-«Фрегат» предназначен для обнаружения загораний, сопровождающихся появлением дыма в закрытых помещениях различных зданий и сооружений и рассчитан для совместной работы с прибором приемно-контрольным и управления охранно-пожарным (ППКУОП) «Гамма-01»

**Технические характеристики.** Извещатель преобразовывает в цифровой код задымленность окружающей среды с оптической плотностью в пределах от 0,05 до 0,2 дб/м с шагом преобразования не более 0,01 дб/м и временем преобразования не более 0,1 с.

Инерционность срабатывания извещателя от воздействия задымленного потока воздуха с оптической плотностью 0,2 дб/м и скоростью  $0,2 \pm 0,04$  м/с, с, не более 5

Извещатель включается в токовый шлейф устройства «Гамма-01» с напряжением питания тока  $24 \pm 4$ В.

Ток, потребляемый извещателем в дежурном режиме, , не более	0,15 мА.
Степень защиты оболочки извещателя по ГОСТ 14254-96	IP30
Диапазон рабочих температур,	от минус 30 до плюс 55°C.
Габаритные размеры извещателя, мм, не более	100x50
Масса извещателя с розеткой. Кг, не более	0,16
Максимально допустимая освещенность извещателя в месте установки, лк	12000
Назначенный срок службы, лет, не менее	10

Извещатель имеет возможность работы в режиме автоадресации, передачи значения концентрации дыма. Извещатель имеет встроенную систему самоконтроля. Дежурный режим извещателя отображается периодическим кратковременным свечением индикатора.

Начало серийного производства – 3 квартал 2001 г.

### Извещатель пожарный тепловой адресно-аналоговый ИП 101-«КОРВЕТ»

**Назначение.** Извещатель ИП 101 «Корвет» является адресно-цифровым, аналоговым устройством. Извещатель предназначен для обнаружения загораний, сопровождающихся

повышением температуры в закрытых помещениях различных зданий и сооружений и рассчитан для совместной работы с прибором приемно-контрольным и управления охранно-пожарным (ППКУОП) «Гамма-01». Извещатель может работать по алгоритму максимального, максимально-дифференциального, многопорогового действия.

**Технические характеристики.** Извещатель преобразовывает в цифровой код температуру окружающей среды в диапазоне от минус 30 до плюс 90°C с шагом преобразования не более 1,0°C и временем преобразования не более 0,1 с.

Инерционность срабатывания извещателя при ступенчатом повышении температуры, не более:

10 с – при скорости повышения температуры более 5°C/мин;

30 с – при достижении контрольной точки, плюс 70°C.

Извещатель должен включаться в токовый шлейф устройства «Гамма-01» с напряжением питания тока  $24 \pm 4В$ .

Ток, потребляемый извещателем в дежурном режиме, мА, не более 0,15.

Температура окружающей среды, °C от минус 30 до плюс 50°C.

Относительная влажность воздуха при температуре 40°C, %, не более 93

Степень защиты оболочки извещателя по ГОСТ 14254-96 IP30

Габаритные размеры, мм, не более 100x50

Масса, кг, не более 0,16

Назначенный срок службы, лет, не менее 10

Начало серийного производства – 4 квартал 2001 г.

## **SALÉN & WICANDER MARIN AB**

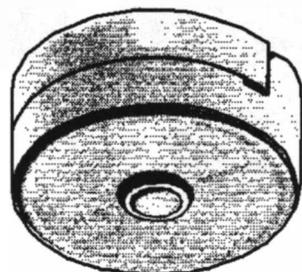


Рис. 17. SW-1 Тепловой детектор для обычных помещений. Действие контакта: замыкающее и возвратное. Температура срабатывания: 60°C

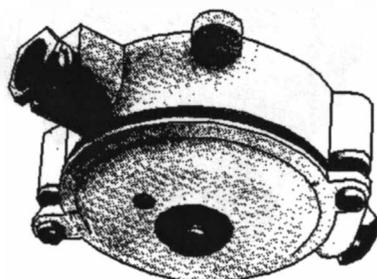


Рис. 18. SW-1/K Тепловой детектор для влажных помещений. Действие контакта: замыкающее и возвратное. Температура срабатывания: 65°C, 100°C, 130°C и 160°C



Рис. 19. **SD-1** Дымовой детектор оптического типа. Действие контакта: замыкающее или переключающее и возвратное. Принцип работы: затемнение светового луча

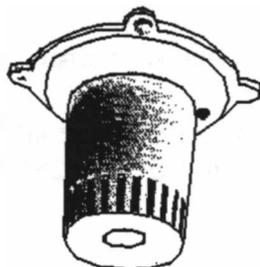


Рис. 20. **NID-38** Дымовой детектор ионного типа. Действие контакта: замыкающее или переключающее и возвратное. Принцип работы: ионизирование воздуха

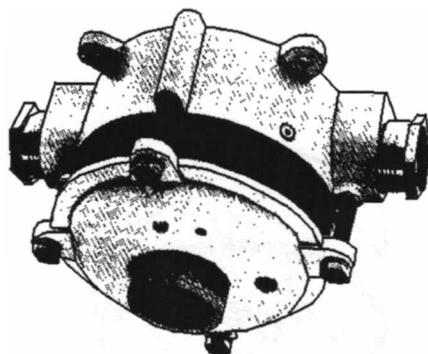


Рис. 21. **FD-1** Пожарный детектор. Действие контакта: замыкающее или переключающее и возвратное. Принцип работы: инфракрасный свет  $5 \div 25$  Гц (не подвергается влиянию накаливаемых и люминисцентных ламп)

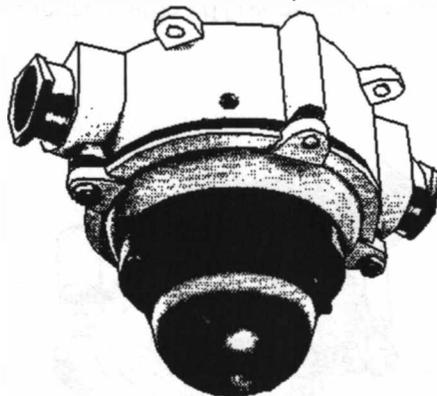


Рис. 22. **RRD-1** Дифференциальный тепловой детектор для влажных помещений. Действие контакта: замыкающее или переключающее и возвратное. Температура срабатывания: при повышении температуры на  $2,8^{\circ}\text{C}/20$  сек. или максимально  $65^{\circ}\text{C}$

**ТКО-65** Тепловой детектор для влажных помещений. Действие контакта: переключающее и возвратное. Температура срабатывания: 65°C. Можно включать в секции для дымовых детекторов (оптических и ионных).

**SPXO** Ручная нажимная кнопка сигнализации. Действие контакта: по желанию заказчика. Для обычных помещений

## Шлейфно – лучевая система пожарной сигнализации SALWICO-STRÖMBERG

Состоит из главной панели с принадлежащими ей тепловыми и дымовыми детекторами и нажимными кнопками сигнализации.

Главная панель полностью на полупроводниках, 24 В, постоянного тока, с заменяемыми карточками цепей. Все лампы сигнализации тревоги и неисправностей дублированы. Главная панель изготавливается и монтируется в следующих вариантах:

- Стандарт 19" на раме для консольного монтажа;
- Полностью закрытая в шкафу с закрывающейся стеклянной лицевой дверцей для наружной установки на стене.

Главная панель (рис. 23) состоит из:

Главного блока с приборами напряжения, лампами тревоги, сигнализацией сетевых помех, замыкания на землю, неисправностей предохранителей и нажимных кнопок. К главному блоку можно подключать один или несколько групповых блоков;

Групповой блок для тепловых и дымовых детекторов (ионных или оптических). Каждый групповой блок состоит из пяти секций.

Блок управления наружных сигнальных звонков, сирен, вентиляторов и вспомогательных табло.

**Выпрямительный блок** (4) преобразует переменный ток 220 В (50/60 Гц) в постоянный ток 24 В. Кроме того, подключена также аккумуляторная батарея, которая нормально заряжается от выпрямителя. Батарея питает установку в случае возможного перерыва в подаче линейного напряжения.

Выпрямительный блок может поставляться для отдельного монтажа.

**Главный блок** (1) содержит:

1. Прибор для измерения подаваемого напряжения;
2. Включение и отключение звуковой сигнализации и сигнализации неисправностей;
3. Общесудовую пожарную сигнализацию импульсного типа;
4. Цепь замыкания на землю, цепь неисправностей батареи, цепь сетевой аварии и цепь неисправностей предохранителей.

**Групповой блок** (2) имеет:

1. Общую кнопку проверки всех пяти секций группового блока;
2. Для каждой секции (3) в групповом блоке встроены:
  - две лампы сигналов неисправностей при обрыве в кабеле, питающем секцию.
  - две сигнальные лампы, загорающиеся, когда один из детекторов секции находится в состоянии тревоги.

**Соединительный блок** (4) с клеммными колодками для подключения наружных кабелей.

Габариты в мм:	Высота	Ширина	Глубина
Главная панель с 15 секциями	530	530	220
Главная панель с 35 секциями	794	530	220
Главная панель с 65 секциями	1105	530	220

Вышеуказанные размеры относятся к панелям для наружного монтажа на стенах.

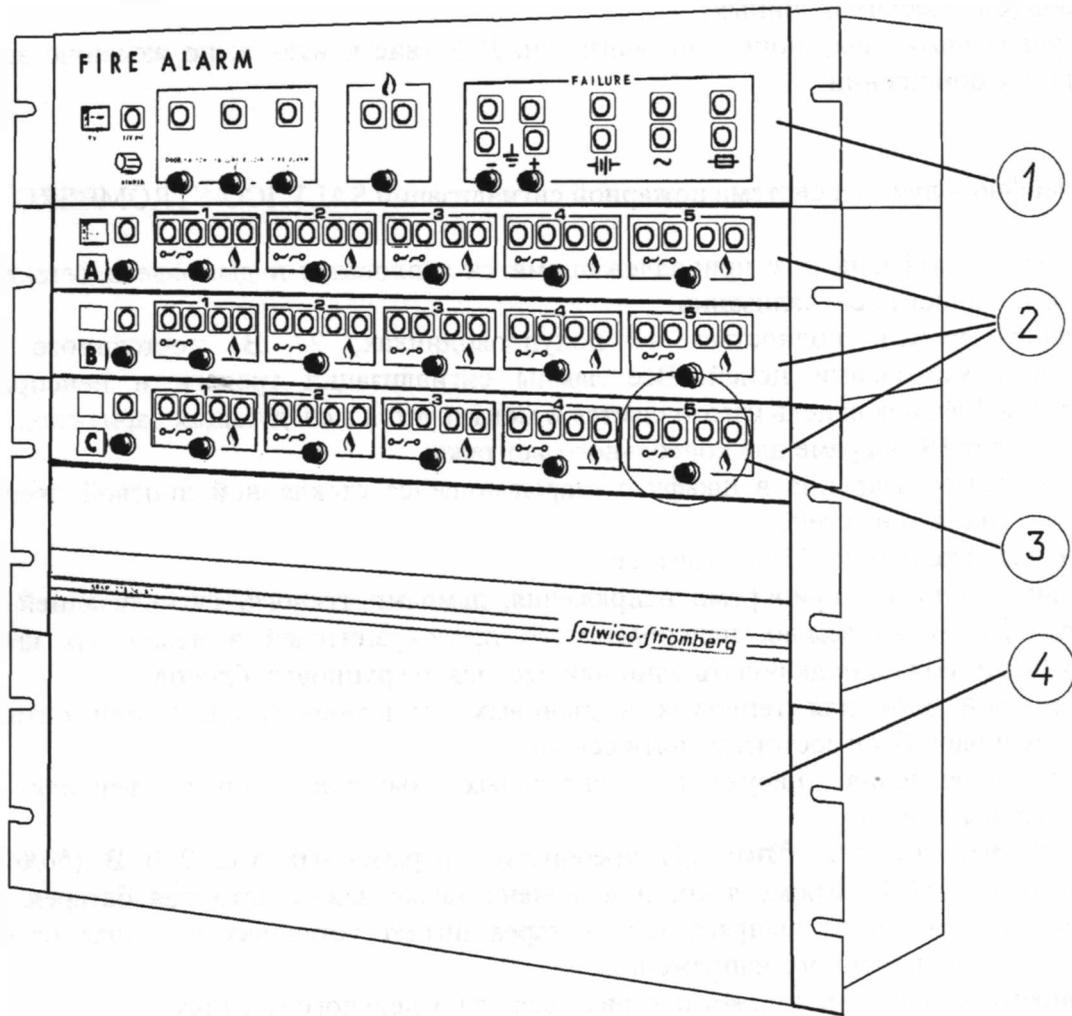


Рис. 23. Противопожарная система Salwico-stromberg: 1). главный блок; 2). групповой блок; 3).секция группового блока; 4). соединительный и выпрямительный блоки

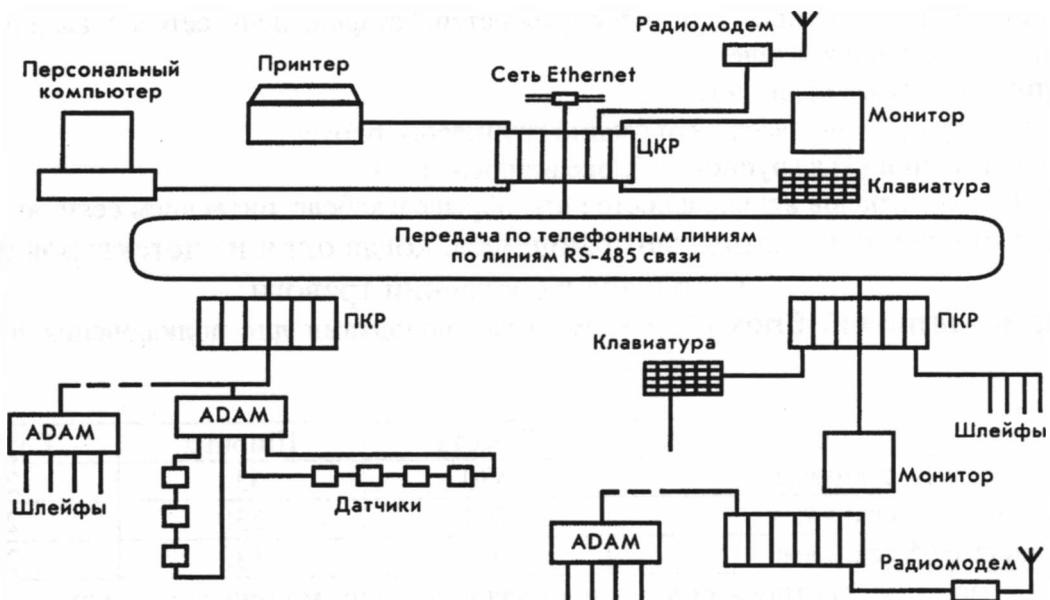


Рис. 24. Структурная схема интегральной адресной системы пожарной сигнализации

## Интегральная адресная система охранно-пожарной сигнализации «ГАММА-01»

Система «Гамма-01» предназначена для создания на защищаемых объектах:

- автоматических установок пожарной сигнализации;
- автоматических установок пожаротушения, в том числе газовых, порошковых, аэрозольных, водяных, водно-печных;
- интегрированных систем пожарной сигнализации и пожаротушения.

Возможности системы позволяют использовать ее в системах охранной безопасности, контроля и управления доступом, видеонаблюдения и т. п.

В состав системы входят (рис. 25):

1. блок питания и управления «Гамма-01-БПУ»;
2. блок клавиатуры и индикации «Гамма-01-БКИ»;
3. кнопочная станция «Гамма-01-КС»;
4. модуль охранно-пожарных извещателей «Гамма-01-МОПИ»;
5. модуль исполнительных устройств пожаротушения «Гамма-01-МИУП»;
6. модуль релейных выходов «Гамма-01-МРВ»;
7. модуль свето-звуковых оповещателей «Гамма-01-МСЗ»;
8. модуль интегральный «Гамма-01-МИ»;
9. модуль расширения «Гамма-01-МР»;
10. световой оповещатель «Гамма-01-ОСЗ»;

Микропроцессорные модули конструктивно размещаются в блоках монтажных БМ2 и БМ5.

Система представляет собой гибкую программируемую 2-х уровневую микропроцессорную сеть с энергозависимой памятью, позволяющей легко адаптировать ее технические возможности к различным требованиям Потребителя.

Система обеспечивает:

1. подключение к центральному микропроцессору верхнего уровня от 1 до 31 периферийных микропроцессоров с возможностью их двустороннего обмена по последовательному каналу с интерфейсом RS-485;
2. подключение к каждому периферийному микропроцессору от 1 до 31 функциональных микропроцессорных модулей;
3. контроль шлейфов пожарных и охранных извещателей российского и иностранного производства;
4. оповещение о возникновении ситуаций «ПОЖАР», «ТРЕВОГА», «НЕИСПРАВНОСТЬ» с помощью световых и звуковых оповещателей и выводом символьной информации на жидкокристаллический индикатор;
5. включение исполнительных устройств пожаротушения различного типа (газовые, водяные, порошковые модули, генераторы, насосы и т. п.);
6. управление по заданному алгоритму инженерными системами объекта (вентиляция, подпор воздуха, дымоудаление и т. п.);
7. постоянный самоконтроль компонентов прибора, контроль исправности пожарных и охранных шлейфов и исполнительных устройств. Отображение информации о неисправности с указанием точного адреса отказавшего устройства;
8. хранение в энергонезависимой памяти оперативных данных о работе прибора;
9. подключение персонального компьютера к ЦМК с возможностью отображения на экране дисплея обстановки и документирования данных о работе прибора на принтере.

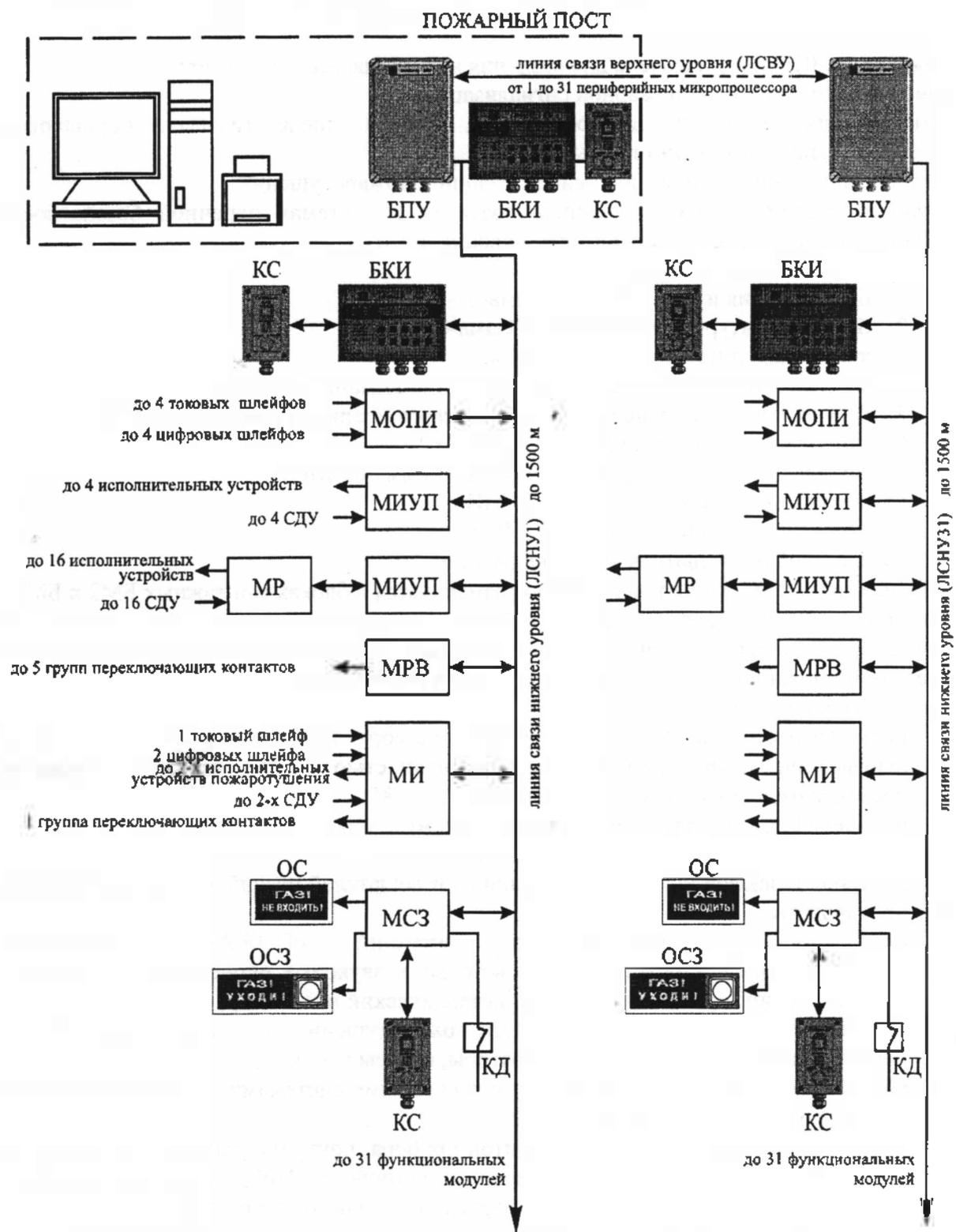


Рис. 25. Система "Гамма 01". БКИ - блок контроля индикации. БМ - блок монтажный. БПУ - блок питания и управления. ЖКИ - жидкокристаллический индикатор. ИПДА - индикатор пожарный дымовой адресный. ИПТА- М - извещатель пожарный тепловой адресный (морской вариант). МА - А - модуль адресации извещателя "Дельфин". МА - П - модуль адресации пассивного извещателя. МОПИ - модуль охранно - пожарных извещателей. МОПИЛ - модуль охранно - пожарных извещателей модификации "Л". МПУ - модуль питания и управления. МРВ - модуль релейных выходов. МСЗ - модуль световых и звуковых оповещателей. ПК - периферийный контроль. СК - системный контроль.

### ГАММА-01 БКИ

Блок клавиатуры и индикации (БКИ) предназначен для отображения информации о состоянии прибора на жидкокристаллическом индикаторе, 7-разрядном светодиодном индикаторе и подаче звуковых сигналов при возникновении ситуаций, требующих внимания оператора. Клавиатура БКИ позволяет установить желаемый режим отображения, скорректировать текущее время, просмотреть накопленную информацию в ситуациях «Неисправность», «Внимание», «Пожар», отключить и включить звуковой сигнал.

Потребление:

- при питании от сети ~ 220В, 50Гц – 55 мА;
- при питании от резервных аккумуляторов – 15 мА.

### ГАММА-01 КС

Кнопочная станция (КС) предназначена для подачи команд «Пуск», «Отмена пуска» и установления режима работы «Ручной» или «Автоматический». Команды «Пуск» и «Отмена пуска» подаются нажатием соответствующих, подсвеченных кнопок. Кнопка «Пуск» защищена от случайного нажатия и может быть при необходимости опломбирована.

Режим работы отображается с помощью двух светодиодов и устанавливается электронными ключами TOUCH MEMORY, идентификационные номера которых занесены в энергонезависимую память комплекса.

Потребление:

- в дежурном режиме – 8 мА;
- в режиме «ПОЖАР» - 28 мА.

### ГАММА-01 БПУ

Блок питания у управления (БПУ) предназначен для выполнения функций системного или периферийного микропроцессора и обеспечения бесперебойного электропитания блоков и модулей прибора. БПУ производит сбор, обработку и накопление информации о состоянии комплекса в целом или отдельного направления и вырабатывает команды управления подчиненными блоками и модулями.

В случае выполнения функций системного микропроцессора БПУ обеспечивает вывод информации о состоянии комплекса на персональную ЭВМ.

БПУ включает в себя модуль питания и управления (МПУ), источник светового электропитания с выходным напряжением 28В, мощностью 50Вт и два аккумулятора 12В \* 7А Ч, работающих в буферном режиме.

Потребление:

- при питании от сети ~ 220В, 50Гц – не более 55мА.
- при питании от аккумуляторов – 10 мА.

### ГАММА-01 МПУ

Модуль питания и управления (МПУ) предназначен для выполнения функций системного или периферийного контроля. МПУ производит сбор, обработку, накопление информации и передачу ее для отображения на БКИ или персонального ЭВМ.

МПУ обрабатывает команды, полученные от кнопочной станции или клавиатуры БКИ и вырабатывает сигналы управления для подчинения блоков и модулей. Энергонезависимая память МПУ позволяет записать и сохранить в течении длительного (до 20 лет) времени информацию о возникновении ситуаций «Пожар», «Внимание», «Неисправность», отключения сетевого электропитания, проведения регламентных работ и технического обслуживания и т. д.

Потребление – 10 мА.

### ГАММА-01 МСЗ

Модуль световых и звуковых оповещателей (МСЗ) предназначен для включения по команде МПУ двух световых оповещателей, двух свето-звуковых оповещателей и контроля датчика закрытия двери. К МСЗ может подключаться одна кнопочная станция ГАММА-01-КС.

Потребление – 10 мА.

### ГАММА-01 СО

Световой оповещатель (СО) представляет собой малопотребляющее электролюминесцентное табло с предупреждающими или информационными надписями.

Потребление – не более 10 мА.

### ГАММА-01 СЗО

Свето - звуковой оповещатель (СЗО) представляет собой комбинацию в одном корпусе электролюминесцентного табло и пьезокерамического звукового оповещателя типа «Оса-110».

В процессе изготовления табло на него может быть нанесена любая надпись, невидимая в выключенном состоянии и высвечивающаяся при включении табло.

Потребление – не более 100 мА.

### ГАММА-01 БМ2, БМ5

Блоки монтажные БМ2 и БМ5 предназначены для размещения в них функциональных модулей и защиты их от внешних воздействий.

БМ5 размещаются от 1 до 5 модулей, в БМ2 – от 1 до 2 модулей.

БМ5 и БМ2 представляют собой герметичные корпуса из поликарбоната габаритами:

БМ5 – 185 \* 280 \* 130 мм;

БМ2 – 220 \* 145 \* 75 мм.

### ГАММА-01 МОПИ

Модуль охранно-пожарных извещателей (МОПИ) предназначен для подключения от 1 до 4 шлейфов пожарных извещателей с токовым выходом. Максимально допустимый ток потребления извещателями в дежурном режиме в каждом шлейфе - 8 мА.

В шлейфы с токовым вводом могут быть включены токопотребляющие безадресные или адресные пожарные или охранные извещатели. Максимальное число извещателей в каждом шлейфе с токовым выходом рассчитывается по формуле  $N_{\max} = 8/I_{\text{деж}}$ , где  $I_{\text{деж}}$  – ток потребления (мА) одного извещателя данного типа в дежурном режиме.

МОПИ обеспечивает подключение от 1 до 4 шлейфов с логическим выходом, в которые могут быть включены адресно-аналоговые извещатели с последовательным интерфейсом любого типа, либо извещатели с выходом типа «сухой контакт».

МОПИ производит постоянный контроль исправности всех подключенных шлейфов.

Потребление:

- 15 мА;

- при максимальной нагрузке в 4 токовых шлейфах – 47 мА.

### ГАММА-01 МИУП

Модуль исполнительных устройств пожаротушения (МИУП) предназначен для включения по команде МПУ от 1 до 4 исполнительных устройств пожаротушения. Включение производится импульсом тока до 1,5А с программируемой длительностью до 3с. В случае необходимости выдачи более длительного импульса тока, например для включения электропитания, МИУП обеспечивает подключение до 1 до 4 таких устройств. Включение при этом производится импульсом тока до 1,5А с программируемой длительностью.

В МИУП предусмотрено подключение до 4-х сигнализаторов давления универсальных (СДУ).

МИУП обеспечивает постоянный контроль исправности цепей пуска и СДУ.  
Потребление – 10 мА.

#### ГАММА-01 МРВ

Модуль релейных выходов (МРВ) предназначен для включения по команде МПУ от 1 до 5 реле, через контакты которых в режиме «Пожар» может производиться отключение или включение любого технологического оборудования. Коммутируемые контакты реле рассчитаны на номинальное напряжение 220В и номинальный ток 7А. МРВ обеспечивает подключение от 1 до 3 шлейфов извещателей типа «сухой контакт».

МРВ постоянно проводит контроль исправности обмоток реле и подключенных шлейфов.

Потребление – 10 мА.

#### ГАММА-01 МИ

Модуль интегральный (МИ) предназначен для подключения одного шлейфа с токовым выходом, двух шлейфов с логическим выходом, выключения либо включения технологического оборудования через контакты одного реле, последовательного включения двух исполнительных устройств средств пожаротушения, подключение двух СДУ.

МИ постоянно проводит контроль исправности всех цепей датчиков и исполнительных устройств.

Максимально допустимый ток потребления извещателями в дежурном режиме в токовом шлейфе – 8 мА.

Потребление:

- 10 мА;

- при максимальной нагрузке в токовом шлейфе – 18 мА.

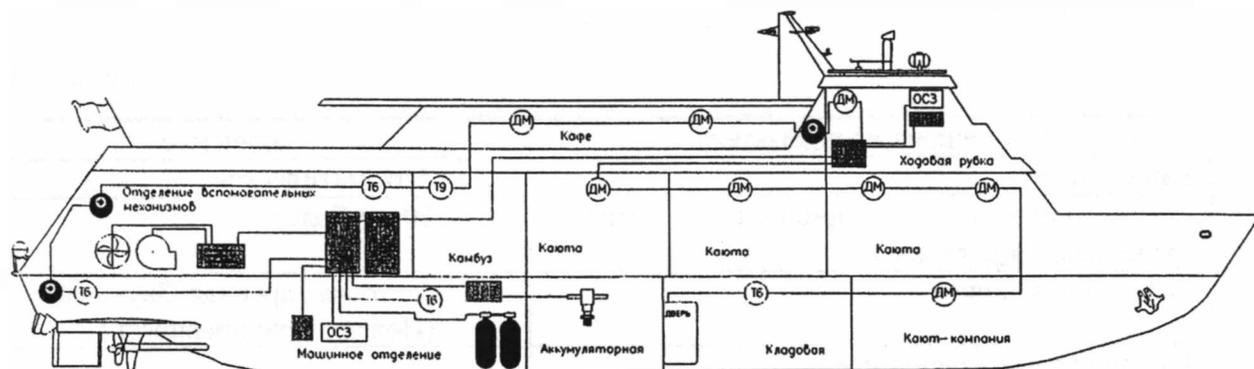


Рис. 26. Структурная схема размещения системы «Гамма - 01» на судне

## Система пожарной сигнализации и положения дверей А/Л «ЯМАЛ»

**Назначение.** Система пожарной сигнализации и положения противопожарных дверей (СПС ПД) а/л «Ямал» предназначена для:

- автоматического обнаружения пожаров по дыму и температуре с сигнализацией и адресацией зоны (помещений) пожара;
- определения положения противопожарных дверей и их адресацией;
- выдачи сигнала во внешнюю цепь на щит дистанционного отключения вентиляции (ЩДО) для закрытия противопожарных дверей соответствующего отсека (по указанному адресу) и отключения вентиляции;
- обеспечения искрозащиты тепловых (ИПТА) и пассивных контактных извещателей (датчиков) положения дверей, размещаемых во взрывоопасных отсеках а/л «Ямал».

СПС ПД предназначена для установки на эксплуатируемом а/л «Ямал» взамен ранее установленной КТСПС с целью улучшения противопожарной защиты судна за счет:

- установки тепловых адресных максимально-дифференциального действия датчиков с цифровым термометром;
- установки дымовых адресных извещателей раннего обнаружения пожара;
- установки датчиков блокировки противопожарных дверей с их адресацией.

Аппаратура СПС ПД обеспечивает:

- подключение в существующую трехпроводную линию связи;
- подключение в четырехпроводную линию связи;
- стыковку с ЩДО существующими кабелями;
- установку новых пожарных извещателей (тепловых) на ранее предусмотренные места.

**Технические характеристики.** Основные технические характеристики СПС ПД на а/л «Ямал» приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование показателя	Значение
Тип системы	Автоматическая
Время получения информации с момента срабатывания датчика, с	10, не более
Тип сигнализации	световая адресная, Звуковая (Пожар, Неисправность)
Тип пожарных извещателей: тепловой адресный дымовой адресный взрывозащищенный искрозащищенный (с блоком искрозащиты) ручной	ИПТА – III ИПДА ТРВ – 2 ИПТА-И ИПР – 11
Максимальное количество извещателей, включенных в один шлейф, шт Электропитание: 1) основной источник (внешний) напряжение, В частота, Гц 2) резервный (внутренний) суммарное номинальное напряжение, В номинальная емкость, А Ч максимальное время автономной работы, ч	30, не более  Сеть переменного тока 220 <sup>+22</sup> <sub>-33</sub> 50 ± 5% Встроенные герметизированные необслуживаемые аккумуляторы 2x12 7

в дежурном режиме в режиме Пожар 3) резервный (внешний) напряжение	24, не более 3, не менее Сеть постоянного тока 24 ± 4
Условия эксплуатации: температура окружающей среды, °С относительная температура при температуре 25°С, % частотный диапазон вибрации, Гц пиковое ускорение при многочисленных ударах, g	от минус 40 до плюс 50  98 от 0,1 до 10  10, не менее
средняя наработка на отказ, ч	30 000, не менее
вероятность возникновения отказа, приводящего к ложному выработыванию за 1000 ч	0,01, не более
средний срок службы, лет	10, не менее

**Состав.** В состав СПС ПД входят:

- 1) прибор приемно-контрольный и управления охранно-пожарный «Гамма-01», включающий:
  - блок питания и управления «Гамма-01 БПИ» 3 шт;
  - блок клавиатуры и индикации «Гамма-01 БКИ» 4 шт;
  - блок монтажный «Гамма-01 БМ5» с электронными модулями 6 шт;
  - блок монтажный «Гамма-01 БМ2» с электронными модулями 1 шт;
  - извещатель пожарный тепловой адресный «Гамма-01 ИПТА-III» 391 шт;
  - извещатель пожарный дымовой адресный «Гамма-01 ИПДА» 318 шт;
  - оповещатель свето-звуковой «Гамма-01 ОСЗ» 2 шт;
  - модуль адресации пассивного извещателя МА – П 46 шт;
  - модуль адресации извещателя «Дельфин» МА – Д 135 шт;
- 2) Устройство взрывозащитное охранно-пожарное «Гамма-01 УОПВ» в составе:
  - блок искрозащиты «Гамма-01 БИЗ» 21 шт;
  - извещатель пожарный тепловой адресный искрозащищенный «Гамма-01 ИПТА-И» 40 шт;
- 3) Извещатель для блокировки дверных проемов типа ИО – 102 – 6 46 шт;
- 4) В состав СПС ПД входят следующие блоки и элементы существующей системы «Дельфин»:
  - датчик взрывозащищенного исполнения тРВ–2 ТУ25–03–1544–70 25 шт;
  - извещатель ручной типа ИПР – 11 70 шт;
  - прибор конечный типа К 65 шт.

Размещение аппаратуры СПС ПД представлено на схеме 10521-668-268, количество адресуемых устройств и их распределение в шлейфах приведены в приложении А.

**Устройство и принцип работы системы пожарной сигнализации и положения противопожарных дверей (СПС ПД).** СПС ПД представляет собой двухуровневую микроконтроллерную сеть (Структурно-функциональная система СПС ПД представлена на рисунке).

На верхнем уровне функции системного контролера (СК) выполняет модуль питания и управления (МПУ), входящий в состав блока питания и управления БПУ – 1.

На нижнем уровне функции периферийных контролеров (ПК) по направлениям 1 и 2 выполняют МПУ, входящие с блоки БПУ – 2 и БПУ – 3.

СК производит сбор информации от ПК и передачу ее для отображения в блоки БКИ – 1 и БКИ – 4 верхнего уровня.

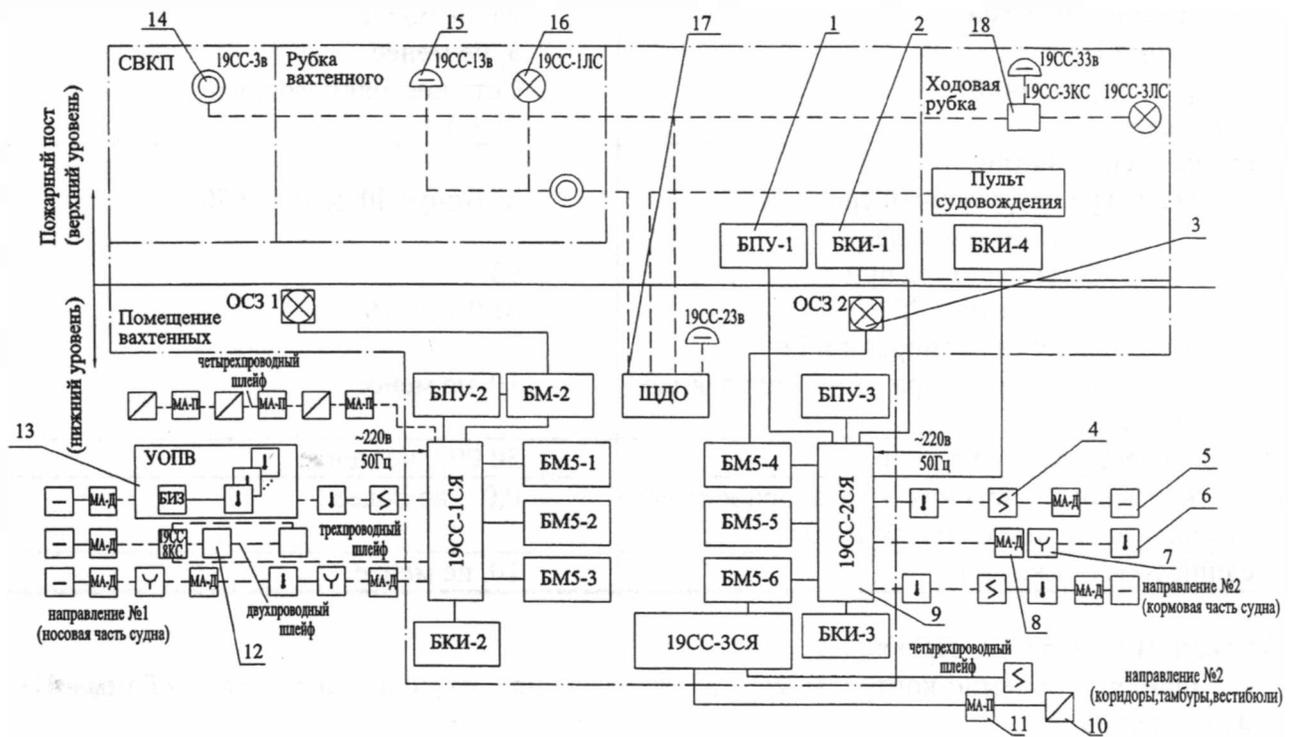


Рис. 27. Структурно-функциональная схема СПСПД а/л "Ямал". 1-блок питания и управления "Гамма-01 БПУ"; 2-блок клавиатуры и индикации "Гамма-01 БКИ"; 3-оповещатель светозвуковой "Гамма-01 ОСЗ"; 4 - извещатель пожарный дымовой адресный "Гамма-01 ИПДА"; 5 - прибор конечный типа К; 6 - извещатель пожарный тепловой адресный "Гамма-01 ИПТА-М" (морское исполнение); 7 - извещатель пожарный ручной типа ИПР-11; 8 - модуль адресации извещателя "Дельфин"; 9-ящик соединительный клеммный; 10 - извещатель для блокировки дверных проемов ИО - 106-6 (КД); 11-модуль адресации пассивного извещателя. 12 - датчик взрывозащищенного исполнения типа ТРВ; 13 - устройство взрывозащитное охранно-пожарное "Гамма-01-УОПВ"; 14 - выключатель; 15-звонок; 16-светильник; 17-щит отключения вентиляции; 18-коробка соединительная;

ПК производят сбор информации от подключенных к ним электронных модулей о состоянии и событиях в направлениях СПС ПД, ее обработку и передачу в СК и для отображения в соответствующие блоки БКИ – 2, БКИ – 3 нижнего уровня.

Обмен информацией между СК и ПК, между ПК и электронными модулями производится по двухпроводной линии связи с интерфейсом RS 485/

СК поочередно вызывает для обмена каждый ПК, передавая в линию связи адрес (направление) ПК.

ПК поочередно вызывает для обмена каждый из модулей, передавая в линию связи адрес вызываемого модуля.

Цикл обмена по любому адресу имеет длительность 30 микросекунд.

Сигнализация о срабатывании извещателей (пожарных или дверных) поступает по трехпроводной или четырехпроводной линиям связи (см. рис. 28).

Информация о состоянии линий связи и состоянии шлейфов индикации отображается на жидкокристаллическом индикаторе (ЖКИ) и светодиодном табло блоков БКИ.

В энергонезависимую память СК занесена сводная таблица кодов имен пожарных извещателей двух направлений. В память ПК занесены коды имен пожарных извещателей по направлениям.

При срабатывании любого извещателя в каком-либо шлейфе информация о нем <код имени> выводится одновременно на блоках БКИ нижнего и верхнего уровней.

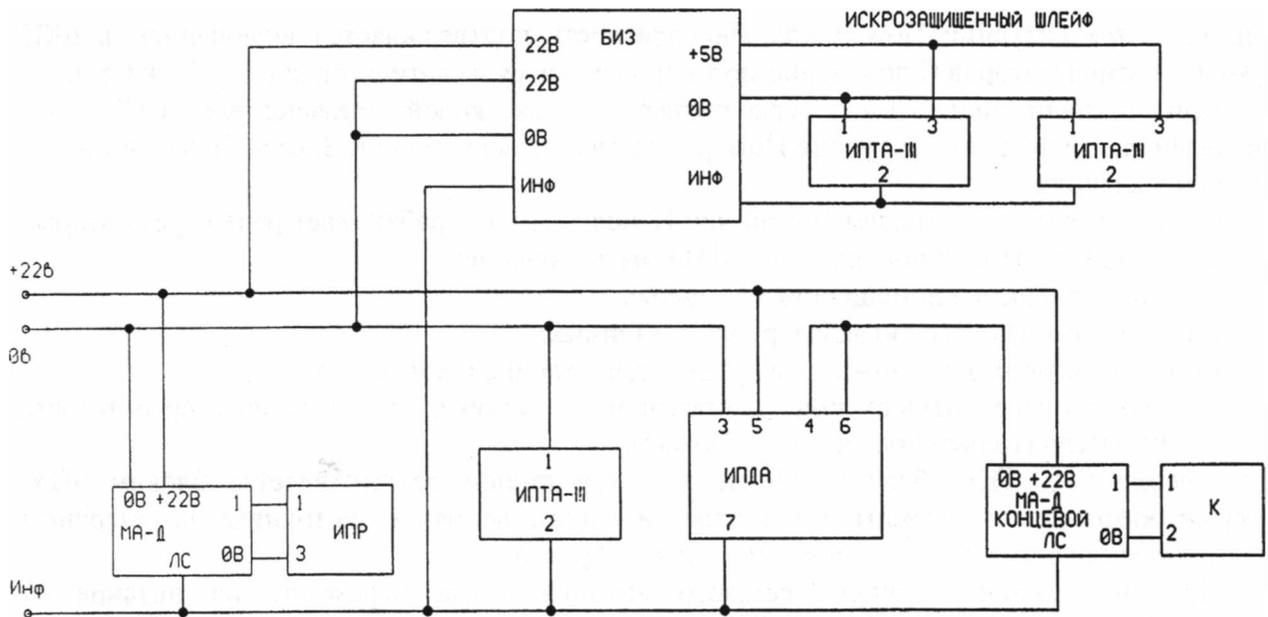


Рис. 28. Схема трехпроводного шлейфа

При функционировании СПС ПД в дежурном режиме на всех БКИ горит индикатор Питание и на ЖКИ высвечивается информация:

в верхней строке <текущая дата, текущее время>  
 в нижней строке Норма

При возникновении ситуаций Пожар или Неисправность включаются соответствующие светодиоды (пожар – красного цвета, неисправность – желтого цвета) на панелях блоков БКИ (БКИ-1, БКИ и БКИ того направления, где возникла ситуация Пожар или Неисправность) и на ЖКИ этих блоков выводится информация:

в верхней строке <текущая дата, текущее время>  
 в нижней строке Пожар (или Неисправность) ХХ,  
 где ХХ – количество сработавших извещателей или неисправностей.

1) При пожаре

при обнаружении системой извещателя датчика автоматически устанавливается режим индикации сработавшего извещателя и на ЖКИ блока БКИ того направления, где сработал извещатель и на БКИ верхнего уровня (БКИ – 1 , БКИ – 4) отображается информация о последнем сработавшем извещателе:

Пожар ХХ <информация

о сработавшем извещателе> ,

где <информация о сработавшем извещателе> - <код имени пожарного извещателя> - «палуба, борт», «номер шпангоута», «строительный номер помещения», «тип извещателя». При наличии нескольких сработавших извещателей просмотр срабатываний осуществляется только с панели блока БКИ только того направления, где сработал датчик нажатием кнопок  $\wedge \vee$  . Коды извещателей приведены в приложении Б.

2) при неисправности:

при обнаружении системой неисправности вывод в режим индикации неисправности осуществляется последовательным нажатием на кнопку РЕЖИМ блока БКИ (того направления, где возникла неисправность) для поочередного просмотра состояний:

- линий связи (модуля МПУ с соответствующим модулем, к которому он подключен);
- шлейфов – обрыв токовых или цифровых шлейфов и номер модуля МОПИ в системе;
- неисправных извещателей - <код имени неисправного датчика> .

Просмотр состояния шлейфов или неисправных извещателей производится нажатием на кнопки  $\wedge \vee$  на панелях соответствующего блока БКИ (по направлению).

Возникновение ситуации Пожар или Неисправность подтверждается включением в БКИ звуковых сигнализаторов Отключение звука производится нажатием на кнопку Звук Откл.

При сигнализации Пожар срабатывает светозвуковой оповещатель ОСЗ того направления, где возникла ситуация Пожар, или два оповещателя ОСЗ, если Пожар возник в двух направлениях.

Одновременно по сигналам Пожар или Неисправность срабатывает реле через которые подается команда во внешнюю цепь (на ЦТО) на включение:

- звукового сигнала в помещениях вахтенных;
- светового и звукового сигнала в рубку вахтенных;
- светового и звукового сигнала на пульт судовождения в ходовой рубке;
- автоматического отключения вентиляции в отсеке, содержащем сработавших извещатель (только при ситуации Пожар).

Обеспечение СПС ПД бесперебойным электропитанием осуществляется блоком БПУ, который обеспечивает автоматическое переключение с основного источника на резервный при отключении основного источника питания и обратно.

При пропадании внешнего сетевого питания схема переходит на питание от встроенного аккумулятора блоки БКИ выдают извещение Резерв, при отключении напряжения резервного источника питания блоки БКИ выдают извещение Разряд (разряд аккумуляторов).

СПС ПД имеет возможность электропитания от внешней сети постоянного тока напряжением  $24 \pm 4$  В (аккумуляторов судна).

#### **Описание и работа составных частей.** Блок питания и управления «Гамма-01 БПУ».

Блок БПУ предназначен для обеспечения бесперебойного питания блоков и элементов СПС ПД и контроля наличия входного напряжения  $\sim 220$  В 50Гц и степени разряда аккумуляторов.

БПУ включает в себя модуль питания и управления (МПУ), источник питания с выходным напряжением 28 В 50Вт и два необслуживаемых аккумулятора суммарным номинальным напряжением 24В и емкостью 7 А ч, работающих в буферном режиме.

МПУ предназначен для выполнения функций системного или периферийного контроля. МПУ производит сбор, обработку и передачу информации о состоянии системы СПС ПД на БКИ и формирует сигналы управления для подчиненных модулей. МПУ производит отбор, из записанных в его энергонезависимую память кодов имени извещателей сработавших датчиков и передачу их для отображения на БКИ .

Общий вид БПУ представлен на рисунке 1.5.1. Более подробная информация и БПУ приведена в паспорте ПАС. 425412.001 ПС.

**Блок клавиатуры и индикации «Гамма-01 БКИ».** Блок клавиатуры и индикации (БКИ) предназначен для отображения информации о состоянии СПС ПД на жидкокристаллическом индикаторе (ЖКИ), 7-и разрядном светодиодном индикаторе и подачи звуковых сигналов при возникновении ситуаций, требующих внимания оператора.

На лицевой панели БКИ размещены следующие элементы световой индикации:

- зеленого цвета: Питание, Резерв, звук Откл.;
- красного цвета: Пожар;
- желтого цвета: Внимание, Неисправность, Разряд Авт.пуск;
- жидкокристаллический индикатор (ЖКИ).

Примечание – В системе СПС ПД информация Внимание, Авт.пуск не задействованы.

На лицевой панели БКИ расположены следующие элементы управления:

- Кнопка ТЕСТ;
- Кнопка ПАМЯТЬ;
- Кнопка ЗВУК;
- Кнопка ФУНКЦИЯ;

Кнопка СБРОС;  
Кнопка ^ ;  
Кнопка v ;  
Кнопка > ;  
Кнопка < .

БКИ обеспечивает выдачу звуковых сигналов в следующих режимах:

Дежурный – молчание;  
Пожар – модулированный по частоте;  
Неисправность – прерывистый однональный.

Выключение звукового сигнализатора осуществляется кнопкой ЗВУК, при этом на панели блока БКИ включается светодиод зеленого цвета Звук Откл.

**Блок монтажный «Гамма-01 БМ» с электронными модулями.** Блок БМ5 комплектуется электронными модулями в количестве 5 шт, тип которых определен в зависимости от функционального назначения блока.

Для работы системы СПС ПД используются следующие модули:

модули охранно-пожарных извещателей	МОПИ, МОПИЛ;
модуль релейных выходов	МРВ;
модуль световых и звуковых оповещателей	МСЗ.

Модуль МОПИ предназначен для подключения от 1 до 4 адресных шлейфов пожарных или охранных извещателей с токовым выходом.

МОПИ обеспечивает подключение от 1 до 4 шлейфов с логическим выходом, в которые могут быть включены адресно-аналоговые извещатели с последовательным интерфейсом любого типа, либо извещатели с выходом типа «сухой контакт».

МОПИ производит постоянный контроль неисправности всех подключенных шлейфов.

МОПИ производит постоянный контроль неисправности всех подключенных шлейфов.

МОПИ подключается в двухпроводную линию связи.

Модуль МОПИЛ является модификацией модуля МОПИ, который имеет возможность подключаться в трехпроводную или четырехпроводную линии связи.

Модуль МСЗ предназначен для включения по команде МПУ (входит БПУ) одного свето-звукового оповещателя ОСЗ и одного светового оповещателя ОС.

Модуль МРВ предназначен для включения по команде МПУ от 1 до 5 реле, через контакты которых в режиме Пожар или Неисправность может производиться отключение или включение любого технологического оборудования или аппаратуры.

Контакты реле рассчитаны на номинальное постоянное или переменное напряжение до 220 В и номинальный ток 7А. МРВ постоянно проводит контроль исправности обмоток реле.

**Блок монтажный «Гамма-01 БМ2» с электронными модулями.** Блок БМ2 комплектуется двумя модулями МРВ и МСЗ, функциональное назначение которых приведено выше.

**Извещатель пожарный тепловой «Гамма-01 ИПТА - III».** Извещатель предназначен для обнаружения очагов загорания по повышению температуры в месте его установки (или скорости изменения температуры) путем измерения температуры и передачи ее в цифровом виде функциональному модулю МОПИ, к которому он подключен, для сравнения с запрограммированным порогом срабатывания.

В качестве термочувствительного элемента использован цифровой термометр DS 1820 фирмы «Dallas Semiconductor», который производит измерение температуры в диапазоне от минус 40 до плюс 120°C. Термочувствительный элемент и элементы подключения к шлейфу размещены в металлическом корпусе.

На схеме размещения аппаратуры СПС ПД показаны извещатели ИПТА – М, отрегулированные на порог срабатывания 90°С. остальные ИПТА – М – на 66°С.

**Извещатель пожарный дымовой «Гамма-01 ИПДА».** Извещатель предназначен для обнаружения очагов загораний по параметру повышения концентрации дыма в воздушной среде контролируемого помещения.

Электронная схема извещателя, построенная на базе специализированного контроллера, позволяет обеспечивать повышение характеристики по обнаружению дыма и помехоустойчивости.

Электрическая схема извещателя позволяет подключить его в трехпроводную или четырехпроводную линии пожарных шлейфов.

В состав извещателя ИПДА входят извещатель пожарный дымовой оптикоэлектронный ИП212 – 39 и модуль адресации активного извещателя (МА - А).

Модуль МА – А предназначен для формирования адреса извещателя с подключением извещателя ИП 212 – 39 в трехпроводную или четырехпроводную линии связи.

**Оповещатель светозвуковой «Гамма-01 - ОСЗ».** Оповещатель светозвуковой (ОСЗ) представляет собой комбинацию в одном корпусе электролюминесцентного табло с предупреждающей надписью Пожар! И пьезокерамического звукового оповещателя «Оса - 110».

Оповещатель ОСЗ обеспечивает выдачу звукового сигнала Пожар – непрерывный сигнал модулированный по частоте.

**Модуль адресации пассивного извещателя (МА - П).** Модуль МА – П предназначен для формирования адреса пассивных (контактных)извещателей контроля дверей, включаемых в цифровой шлейф сигнализации, и выдачи сигнала о состоянии положения противопожарных дверей в функциональный модуль, к которому он подключен.

**Модуль адресации извещателя «Дельфин» (МА - Д).** Модуль МА – Д предназначен для сигнализации и адресации ручных пожарных извещателей типа ИПР – 11 и прибор конечного типа К.

Модуль МА – Д обеспечивает передачу информации по трехпроводной линии связи.

**Устройство взрывозащитное охранно-пожарное «Гамма-01 - УОПВ».** Устройство УОПВ предназначено для искрозащиты цифрового шлейфа во взрывоопасных помещениях судна.

В состав устройства входят блок искрозащиты (БИЗ), извещатель пожарный тепловой адресный «Гамма-01 – ИПТА – И», модуль адресации искрозащиты для пассивного извещателя МА – И.

Устройство УОПВ обеспечивает возможность подключения в цифровой искрозащищенный шлейф сигнализации пассивного извещателя и выдачи сигнала о его срабатывании в функциональный модуль к которому он подключен.

**Извещатель ИО – 102 – 6.** Извещатель предназначен для блокировки металлических дверных проемов.

Работа извещателя основана на замыкании контактов геркона при поднесении к нему постоянного магнита. Извещатель обеспечивает размыкание контактов при открывании дверей.

**Техническое обслуживание.** Проведение работ по техническому обслуживанию является одной из основных мер по поддержания работоспособности СПС ПД.

Своевременное и правильное техническое обслуживание предупреждает появление неисправностей, увеличивает срок службы и надежность системы.

Техническое обслуживание СПС ПД должно проводиться подготовленным персоналом

При проведении плановых технических обслуживания и ремонтов судна выполнить работы по обслуживанию СПС ПД, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование работ	Ежедневно	Ежемесячно	Ежеквартально	Полугодовые	Годовые	Примечание
Визуальный внешний контроль	+	+	+	+	+	
Проверка выдачи извещения <b>Неисправность</b>		+	+	+	+	
Контроль функционирования оповещателей ОСЗ		+	+	+	+	
Проверка датчиков противопожарных дверей			+	+	+	
Проверка извещателей на срабатывание					+	

Визуальный контроль функционирования СПС ПД: на всех блоках БКИ горит индикатор Питание, на ЖКИ высвечивается информация Норма.

#### При обрыве шлейфа сигнализации:

отсоединить один из пожарных шлейфов от пожарных извещателей, при этом на блоке БКИ, на который выводится информация об этом шлейфе появится информация

<состояние шлейфов МОПИ №№>

<Ц обрыв шлейфа №> <Т обрыв шлейфа №>,

где Ц – цифровые шлейфы, Т – токовые шлейфы;

на блоках БКИ включатся звуковые сигнализаторы. Которые должны отключиться при нажатии кнопки Звук, при этом должны включиться индикаторы Звук Откл;

сработают звуковые сигнализаторы существующей системы, выключателем выключить сигнал тревоги;

подключить шлейф и нажать кнопку СБРОС, система вернется в состояние Норма.

Для имитации короткого замыкания шлейфа замкнуть накоротко провода шлейфа на ЖКИ должна появиться аналогичная информация:

<состояние шлейфов МОПИ №№>

<Ц КЗ обрыв шлейфа №> <Т КЗ обрыв шлейфа №>

сработают звуковые сигналы, отключить их.

Перевести систему в исходное состояние, нажав кнопку СБРОС.

При пропадании внешнего сетевого питания:

выключить питание вашей сети 220В 50 Гц, при этом система перейдет на резервное питание от встроенных аккумуляторных батарей;

на блоках БКИ должны включиться индикаторы Резерв и появится на ЖКИ информация Неисправность, Откл. Сети 220В;

на блоках БКИ должны включиться звуковые сигнализаторы, которые отключаются при нажатии кнопки Звук;

включить питание внешней сети 220В 50Гц. Система вернется в ситуацию Норма.

**Контроль функционирования оповещателей ОСЗ.** Нажать кнопку ТЕСТ на блоке БКИ – 2, при этом включаются электролюминесцентное табло. На ОСЗ отчетливо видна надпись Пожар!, а звуковой оповещатель издает сигнал ситуации Пожар – непрерывный сигнал, модулированный по частоте.

Отпустить кнопку: подсветка и звуковой сигнал оповещателя ОСЗ отключаются.

Повторить проверку для второго оповещателя ОСЗ.

**Проверка датчиков противопожарных дверей.** С помощью ключей на щите ЩДО закрыть одну противоположных дверей вентиляционного отсека.

На ЖКИ блока БКИ. Куда выводится информация о соответствующей двери, и на блоках БКИ – 1 и БКИ – 4 должна загореться информация Дв. Закр.

Ключом на ЩДО открыть дверь, информация на ЖКИ блоков пропадет.

Повторить проверку для всех дверей.

## АТС

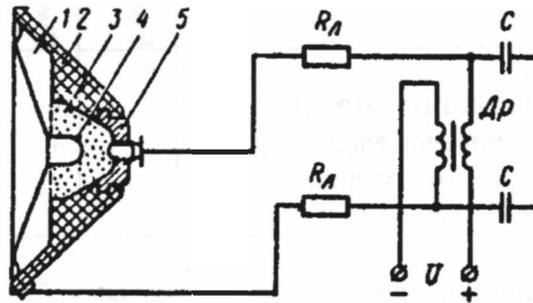


Рис. 29. Угольный микрофон

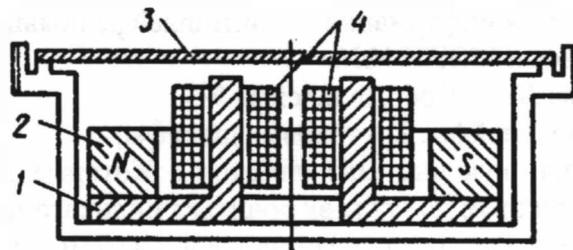


Рис. 30. Электромагнитный телефон с простой магнитной системой

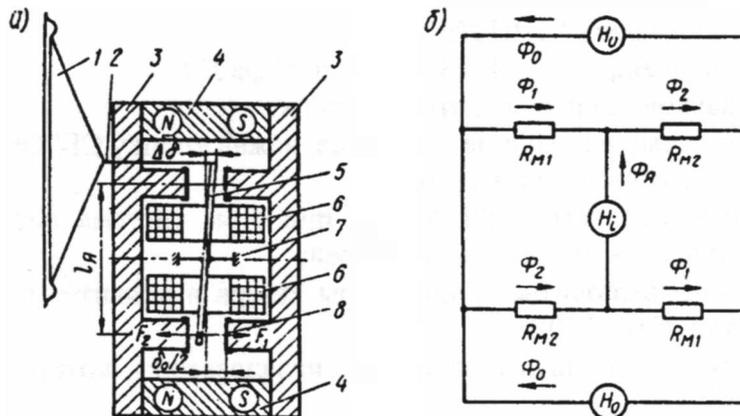


Рис. 31. Электроакустический электромагнитный преобразователь с дифференциальной магнитной системой: а). устройство; б). схема замещения магнитной системы

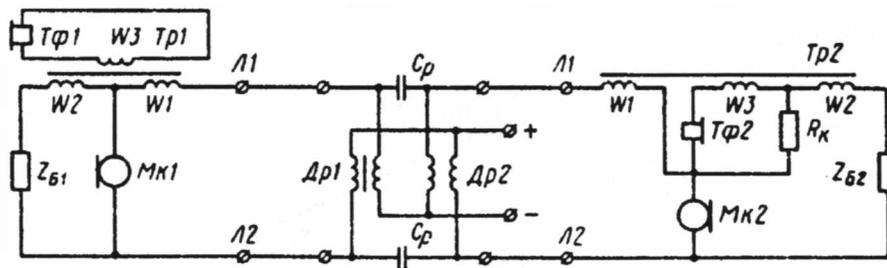


Рис. 32. Соединения микрофонов и телефонов в системах двухпроводной связи с питанием от центральной батареи

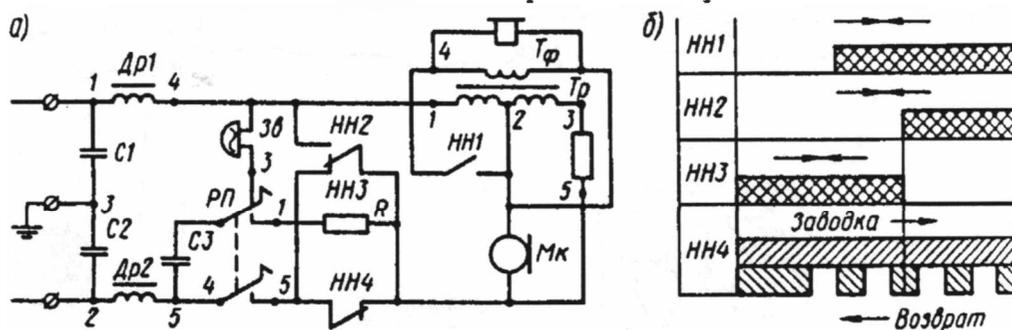


Рис. 33. Телефонный аппарат системы АТС: а). электрическая схема; б). диаграмма состояний контактов номеронабирателя

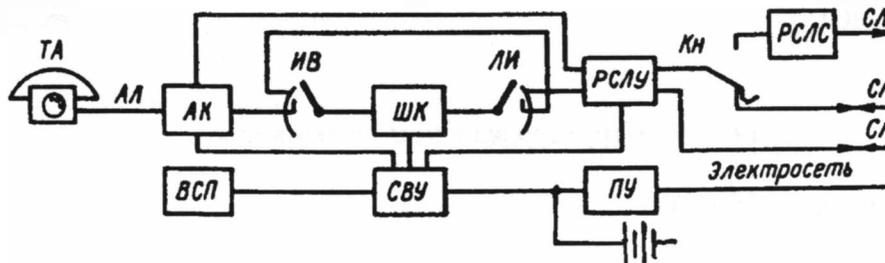


Рис. 34. Структурная схема судовой релейной АТС

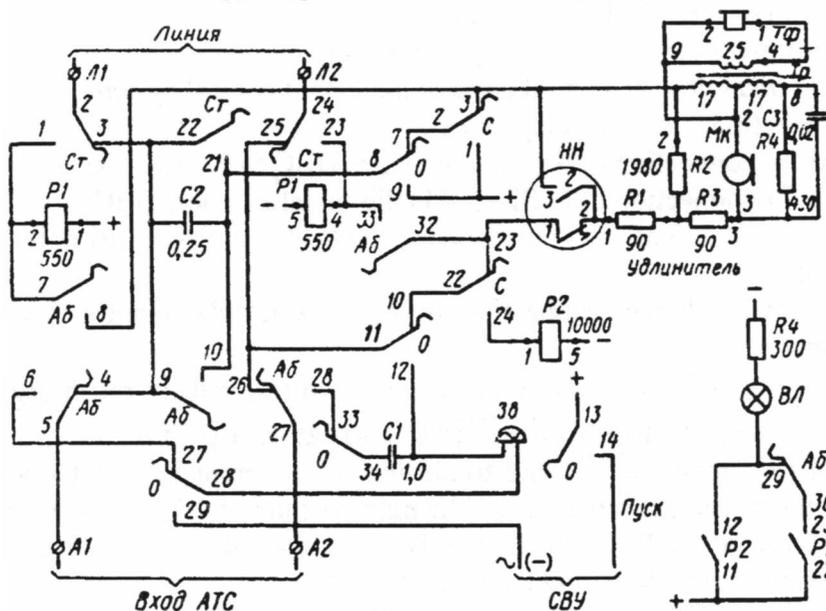


Рис. 35. Схема испытательного прибора релейной АТС

## СОТОВАЯ СВЯЗЬ

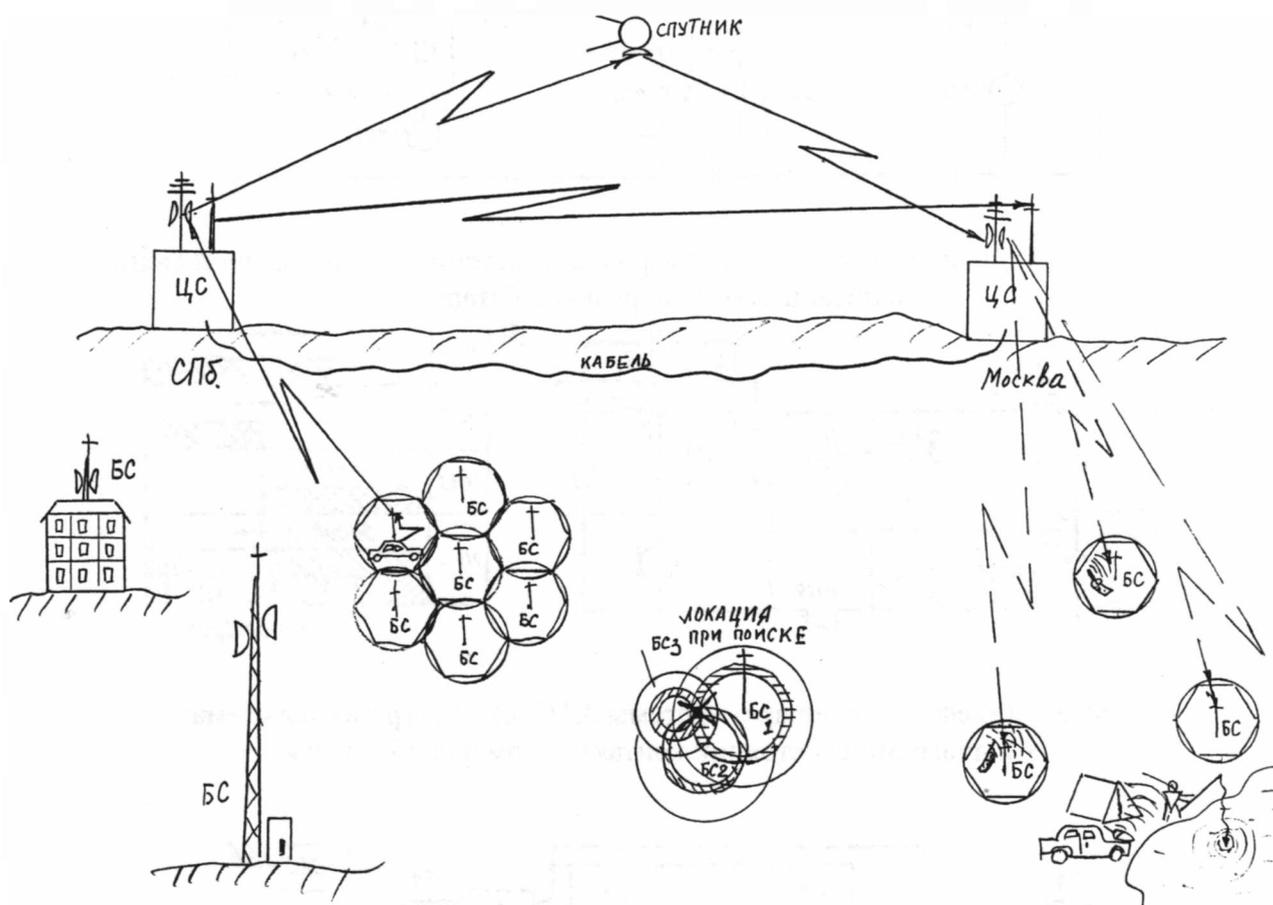


Рис. 36. Структурная схема сотовой связи

### Структура системы (рис. 37)

RASC	External computer for operation & maintenance
PSTN	Public telephone exchange (network)
PBX	Another private telephone exchange
36 VAC	Transformer or switched mode power supply
CPU-D	Board containing the central parts of the PBX's control system
ELU-A	Board for connecting analogue telephones
ELU-D	Board for connection of digital telephones DBC 6xx, DBC 2xx and DBC 199
ELU-C	Board for connection of (ASB15001) digital telephones, DBC 75x
BS	The radio Base Station is connected to the IC-LU and establishes the radio link to the portables
BTU-A	Board for "analogue" connection to the public telephone network or other telephone exchanges
BTU-B	Board for "digital" ISDN connection to the public exchange and terminal equipment in the 2B+D format on up to 8 lines.
BTU-C	Board for "analogue" tie and trunk line with current loop (DC-loop) to connect to other telephone exchanges or public networks incl. DID for some countries
BTU-D	Board for "digital" connection 30B+D to the public exchanges. The board also contains register signalling equipment
BTU-E	Board for "analogue" tie line with E&M signalling for connection to other telephone exchanges. The board also contains register signalling equipment for CEPT L1 and SSAC 15

- CM Call metering board is a daughter board to be installed on a BTU-A or -C for detection of 12/16 kHz and 50 Hz metering pulses
- IC-CU\_ Controls the DECT cordless system and interfaces to up to 4 base stations (only index2). In the ASB 150 02 system this board acts like an ELU board in the PBX
- FECU Board controlling the number of portables allowed to be connected to the system

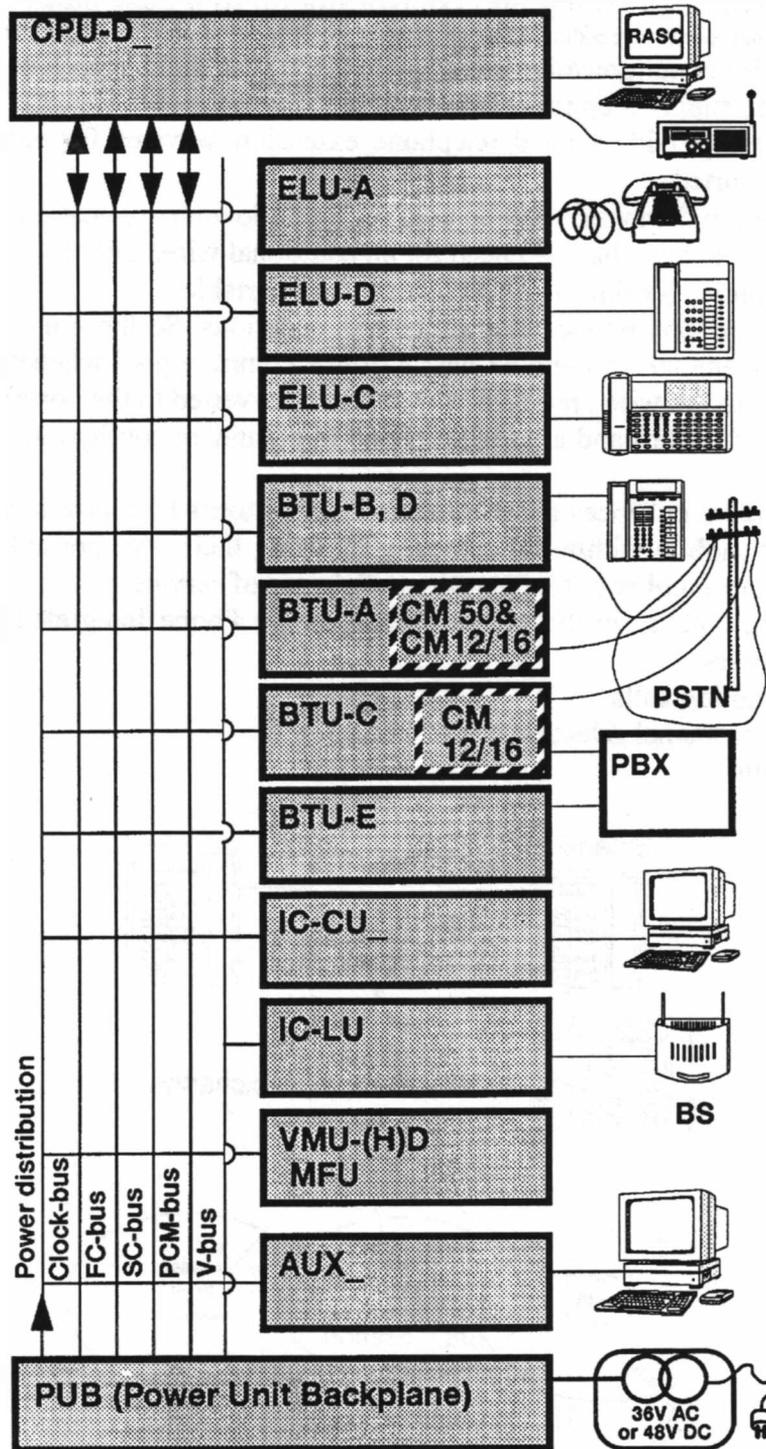


Рис. 37. Структура системы ATC

## Integrated Cordless

The ASB 150 02 can be enhanced by the application Integrated Cordless, based on the DECT standard, to meet the demand of full mobility.

This application comprises the following major units:

- IC-CU 2: provides the GAP (=Generic Access Profile) standard, control, roaming and interfacing of the cordless to ASB 150 02, digital speech transcoding, 8 speech channels, feeding and controlling up to 4 base stations.

- IC-LU: provides digital speech transcoding, 8 speech channels, feeds and controls up to 8 base stations

- Base Station: provides communication coverage in a cell with eight speech channels with 32 kb/s ADPCM. The system supports up to 60 base stations

- Portable Telephones: provide typical telephone extension services for each user. Up to 210 portables can be supported.

The portables connected to the system can be used for the following applications:

- Users of portable telephones - have no need for an additional wired phone.

- Users with a wired phone (desktop) and an independent portable

Some users need mobile phones only on certain occasions. So these users will have a wired phone on their desks and take a portable phone from a common pool whenever they need it. For this application calls to the wired phone of a user will be diverted to the portable phone.

- Users with a wired (desktop) and a portable phone in a Tandem configuration are treated as one logical unit.

The Tandem configuration enhances the communication for users that have a wired phone on their desk and need to be mobile within the company by using their own portables. Both telephones have the same directory number but independent of classes of service.

In addition to the functionality in the system, the Business Phone Integrated Cordless offers the following features to users:

- Smooth hand-over during calls

- Continuous dynamic channel selection (CDCS)

- Roaming functionality.

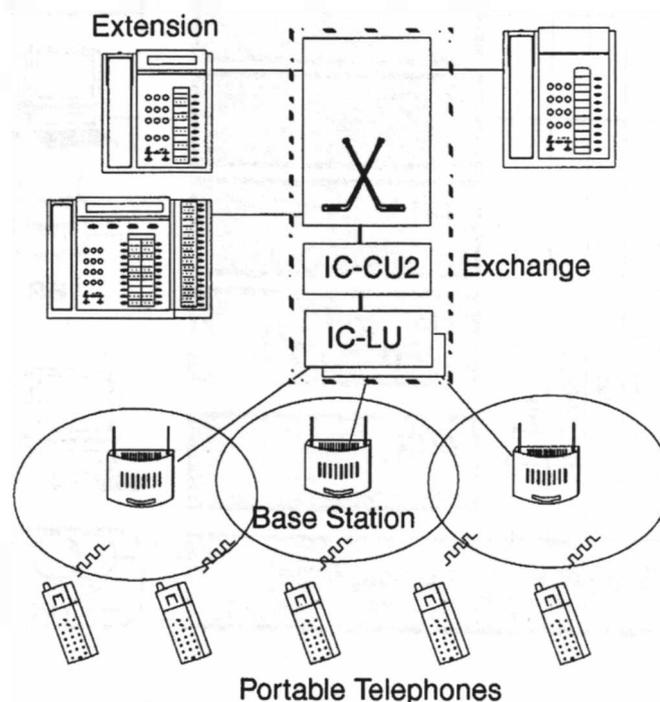


Рис. 38. Судовая сотовая связь

# УСИЛИТЕЛИ

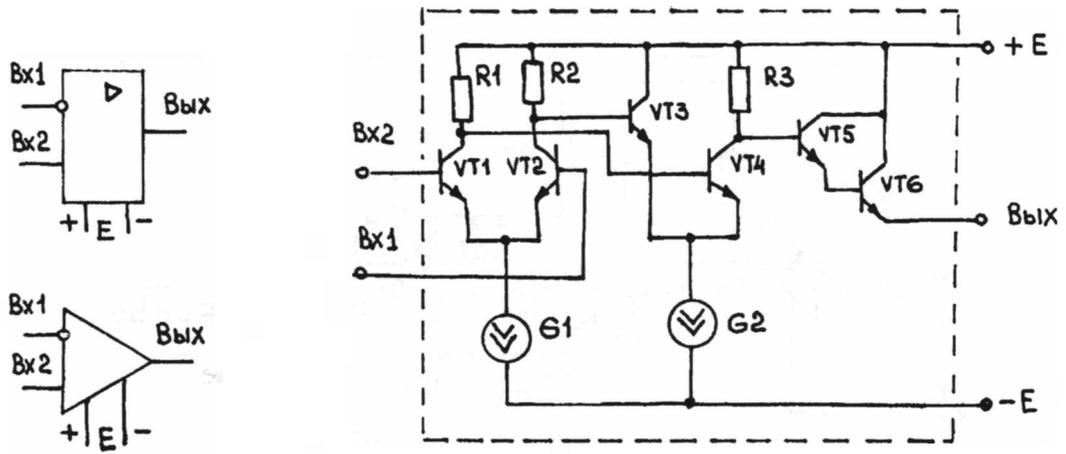


Рис. 1. Обозначения операционных усилителей на схемах и упрощенная принципиальная схема операционного усилителя

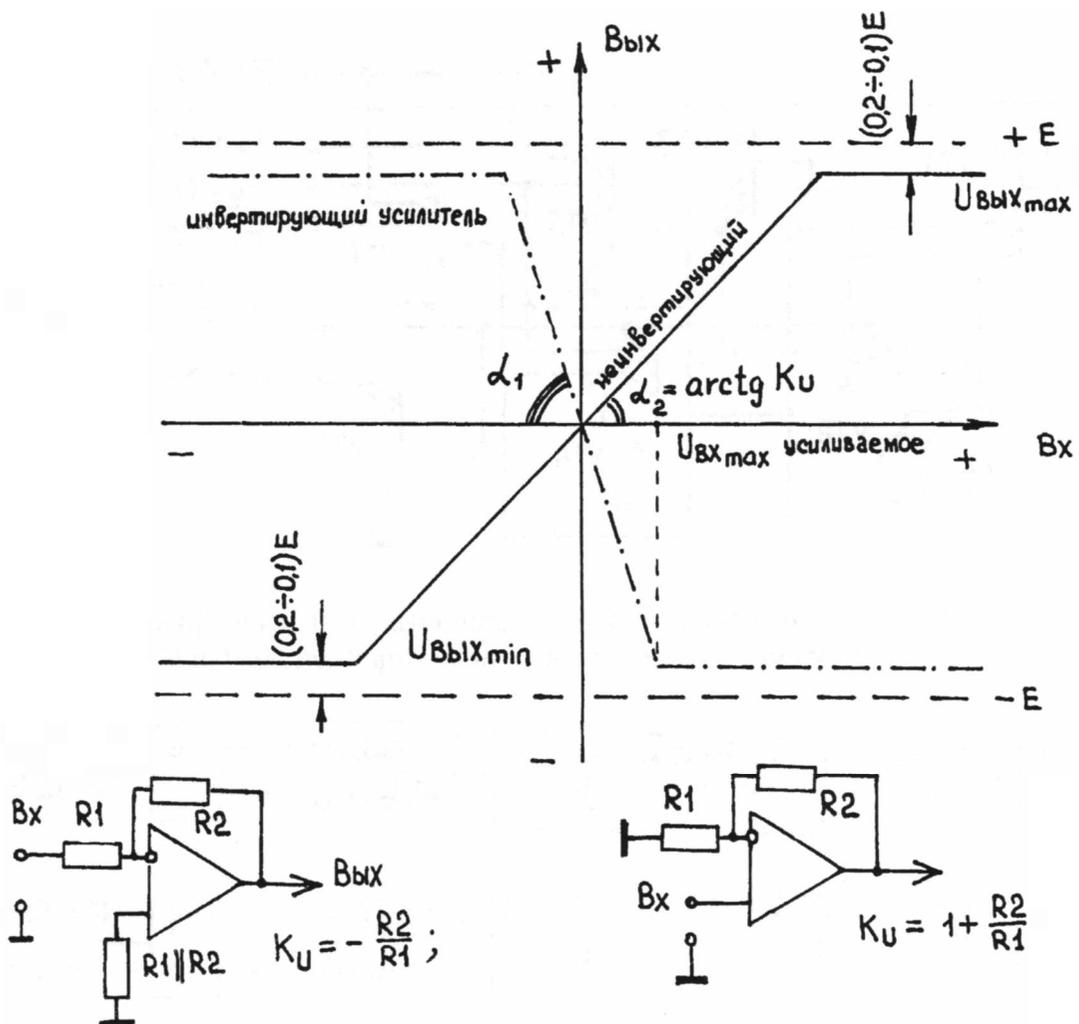


Рис. 2. Переходные характеристики инвертирующего и неинвертирующего включений операционного усилителя и схемы

инвертирующего и неинвертирующего включений операционного усилителя

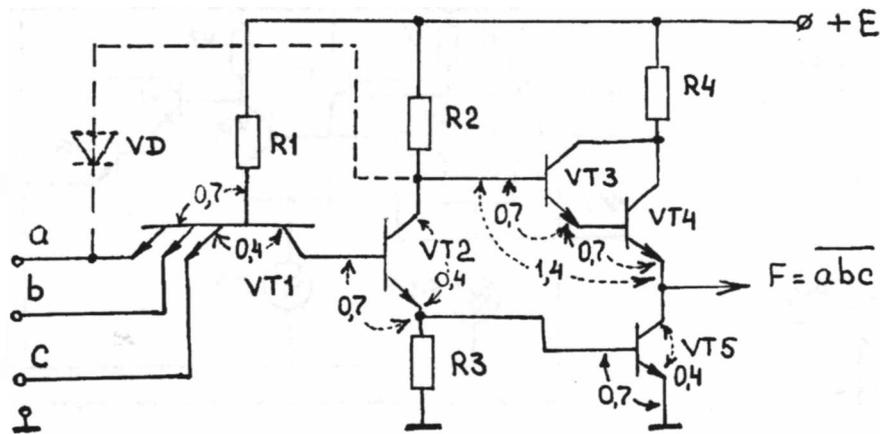


Рис. 3. Принципиальная схема базового элемента транзисторно – транзисторной логики (ТТЛ). Цифрами на схеме указаны максимально возможные падения напряжений на переходах транзисторов в режиме их насыщения

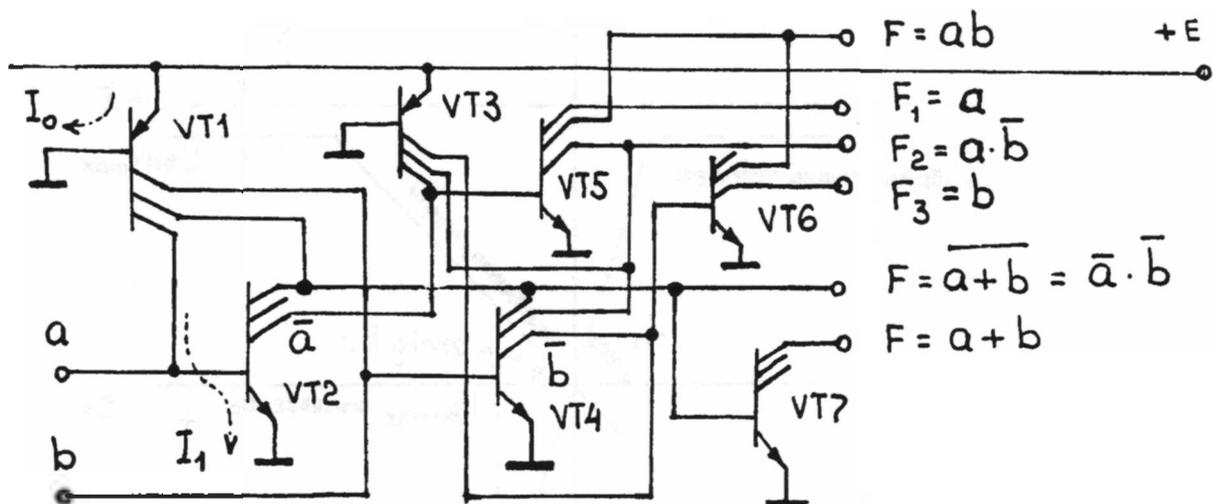


Рис. 4. Реализация основных комбинационных логических функций в структуре элемента интегрально – инжекционной логики (ИЛ).

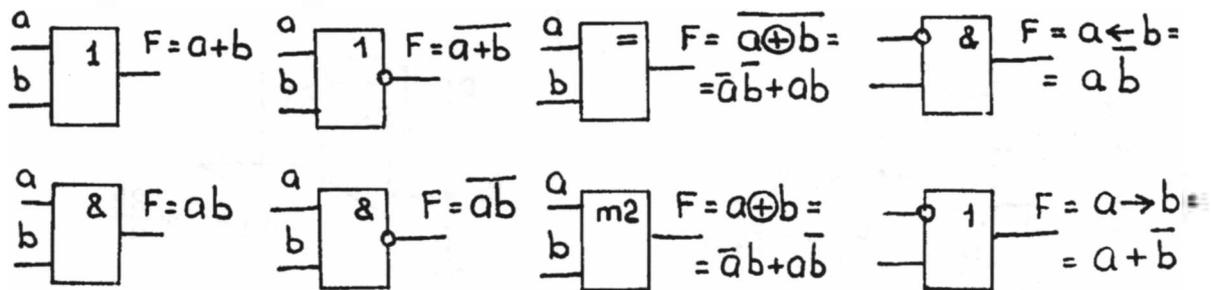


Рис. 5. Условно – графические обозначения основных комбинационных логических элементов

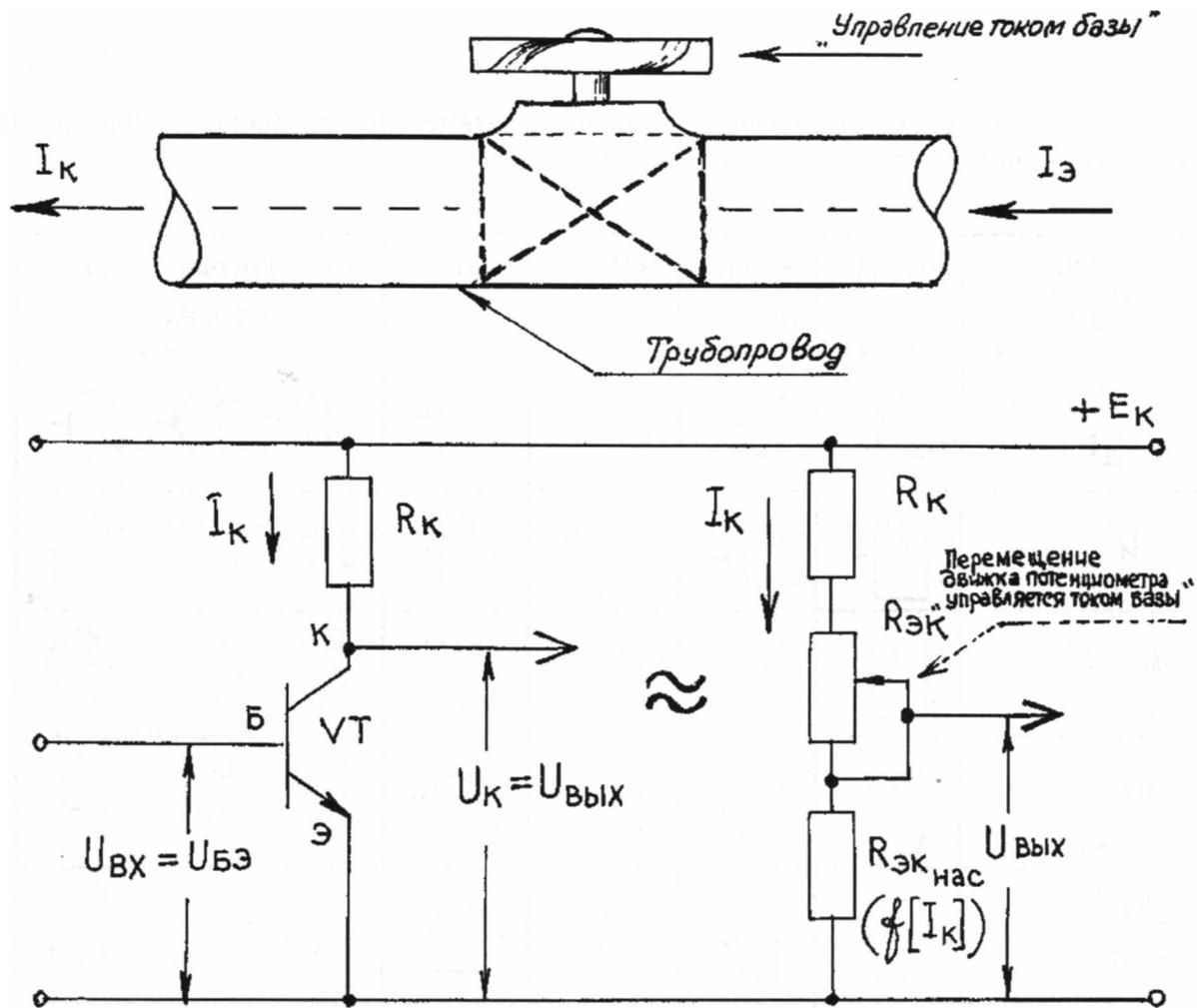


Рис. 6. Упрощенное представление транзистора на основе регулируемого вентиля и переменного резистора

Таблица 1

Условно – графические обозначения основных элементов комбинационной логики в стандартах различных стран и фирм – производителей

Название элемента, функция.	Россия	Велико-британия	США	МЭК	STL Другие фирмы и варианты
„И-НЕ“ $F = \overline{ab}$					
„И“ $F = ab$					
„ИЛИ-НЕ“ $F = a + \overline{b}$					
„ИЛИ“ $F = a + b$					
„НЕ“ $F = \overline{a}$					
„Запрет по b“ $F = a\overline{b} = a \leftarrow b$					
„Импликация“ $F = a + \overline{b} = a \rightarrow b$					
„Равнозначность“ $F = a \oplus b = \overline{a}\overline{b} + ab$					
„Неравнозначность“ $F = a \oplus b = a\overline{b} + \overline{a}b$					
Мажоритарный (кворум) элемент $y = 1, \text{если } \frac{\sum Q_i}{n} \geq 2 ;$ $y = ab + ac + bc$					

## УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМАХ

Графические обозначения

Таблица 1

Наименование элементов	Обозначение							
	Россия	Страны СЭВ	СФРЮ	ФРГ	Франция	Шве- ция	Да- ния	Финлян- дия
Машина асинхронная с короткозамкнутым ротором								
Машина асинхронная трехфазная с контакт- ными кольцами (фазным ротором, обмотка кото- рого соединена в звезду)								
Машина синхронная трехфазная неявнопо- люсная с обмоткой возбуждения на роторе								
Машина постоянного тока:								
Усилитель электро- машинный поперечного поля								

Наименование элементов	Обозначение							
	Россия	Страны СЭВ	СФРЮ	ФРГ	Франция	Шве- ция	Да- ния	Финляндия
Катушка индуктивности, дроссель без сердечника								
Дроссель с ферромагнитным сердечником								
Трансформатор с ферромагнитным сердечником: однофазный								
трехфазный								
Катушка магнитного пускателя: общее обозначение трехфазного тока								
						-		
Катушка реле с указанием вида обмотки обмотка тока								-
обмотка напряжения								-
Катушка реле, работающего с задержкой при отпуске								-
Усилитель магнитный с двумя рабочими и общей управляющей обмотками					-			-
Воспринимающая часть электротеплового реле							-	
Контакт коммутационного устройства: замыкающий								
размыкающий								
Выключатели: однополюсный								
трехполюсный								
Автоматический выключатель: однополюсный								
трехполюсный								

Наименование элементов	Обозначение							
	Россия	Страны СЭВ	СФРЮ	ФРГ	Франция	Шве- ция	Дания	Финлян- дия
Переключатели: однополюсный								
трехполюсный								
Контакт для коммутации сильноточной цепи: закрывающий								
размыкающий								
закрывающий дугогасительный								
размыкающий дугогасительный								
Контакт замыкающий с за- медлителем, действующим: при срабатывании								
при возврате								
Контакт размыкающий с замедлителем, действующим: при срабатывании								
при возврате								
Выключатель кнопочный нажимной: с замыкающим контактом								
с размыкающим контактом								
Выключатель путевой: однополюсный						-		
трехполюсный						-		
Реле электротепловое без самовозврата, с воз- вратом нажатием кнопки								
Переключатель со сложной коммутацией изображают одним из следующих способов:								
первый способ						-		
второй способ						-		
третий способ						-		
Переключатель однополус- ный многопозиционный с безобрывным переключением						-		
Переключатель полюсный трех- позиционный с самовозвратом в нейтральное положение								

Наименование элементов	Обозначение							
	Россия	Страны СЭВ	СФРЮ	ФРГ	Франция	Швеция	Дания	Финляндия
Логический элемент НЕ (инвертор)								
ИЛИ (дизъюнктор)								
ИЛИ-НЕ (элемент Пирса)								
И (конъюнктор)								
И-НЕ (элемент Шеффера)								
Цифровой элемент задержки: с одним выходом								
с несколькими выходами								
Усилитель								
Резистор								
Реостат								
Потенциометр								
Конденсатор								
Предохранитель плавкий								
Диод полупроводниковый								
Стабилитрон								
Тиристор								
Симистор								
Транзистор: типа PNP								
типа NPN								
Полевой транзистор: с каналом N-типа								
с каналом P-типа								
Сигнальная лампа								
Лампа освещения								
Звонок								
Корпус								
Заземление								

## Буквенно – цифровые обозначения

Буквенно – цифровые обозначения регламентированы ГОСТ 2.710-81, стандартом СЭВ на ЕСКД и публикациями МЭК № 113-2 и 204-1, которые вводят единообразие в построение обозначений, ориентированное на применение машинных способов обработки информации. Рекомендуется применять одно – и двухбуквенные обозначения, приведенные в таблице 2, где первая буква означает род элемента, а вторая – его функциональное назначение. Если в рекомендациях отсутствуют необходимые двухбуквенные обозначения, то следует на основе однобуквенного кода прибавлением второй буквы латинского алфавита сформировать новое обозначение, смысл которого следует пояснить на поле схемы, либо воспользоваться однобуквенным кодом, что предпочтительнее. После двухбуквенного кода и порядкового номера элемента допускается использовать дополнительное буквенное обозначение, определяющее функциональное назначение элемента приведенное в таблице 3

Таблица 2. Буквенные коды электрических элементов и устройств

Буквенный код		Вид элемента (устройства)
Обязательный однобуквенный код	Примеры	
A		Устройства (усилители и др.)
B	BB BE BC BK BL BP BR BV	Преобразователи неэлектрических величин в электрические (кроме генераторов и источников питания) или наоборот Датчик магнитоstrictionный Сельсин – приемник Сельсин – датчик Тепловой датчик Фотоэлемент Датчик давления Датчик частоты вращения (тахогенератор) Датчик скорости
C		Конденсаторы
D	DA DD DS DT	Интегральные схемы Аналоговые микросхемы Цифровые микросхемы, логические элементы Устройства хранения цифровой информации Устройства задержки
E	EH EL	Различные элементы, для которых не установлено специальное буквенное обозначение Нагревательный элемент Осветительная лампа
F	FA FP FS FU FV	Разрядники, предохранители, защитные устройства Дискретный элемент защиты по току мгновенного действия То же инерционного действия Элемент мгновенного и инерционного действия Плавкий предохранитель Дискретный элемент защиты по напряжению, разрядник

G	GB	Генераторы, источники питания Батарея
H	HA HL	Устройства индикаторные и сигнальные Прибор звуковой сигнализации Прибор световой сигнализации
K	KA KH KK KM KP KT KV	Реле, контакторы, пускатели Реле токовое Реле указательное Реле электротепловое Контактор, магнитный пускатель Реле поляризованное Реле времени Реле напряжения
L		Индуктивности (катушки индуктивности, реакторы, дроссели)
M		Двигатели
P	PA PC PF PJ PK PS PT PV PW	Приборы и устройства измерительные и испытательные, указывающие, регистрирующие и дифференцирующие устройства Амперметр Счетчик импульсов Частотомер Счетчик активной энергии Счетчик реактивной энергии Регистрирующий прибор Часы Вольтметр Ваттметр
Q	QF QK QS	Выключатели и разъединители в силовых цепях Автоматический выключатель Короткозамыкатель Разъединитель
R	RK RP RS RU	Резисторы Терморезистор Потенциометр Шунт измерительный Варистор
S	SA SB SL SP SQ SR ST	Устройства коммутационные для измерительных цепей, цепей управления и сигнализации Выключатель или переключатель Выключатель кнопочный Выключатель, срабатывающий от уровня Выключатель, срабатывающий от давления Выключатель, срабатывающий от положения (путевой) Выключатель, срабатывающий от частоты вращения Выключатель, срабатывающий от температуры
T	TA TS TV	Трансформаторы Трансформатор тока Стабилизатор электромагнитный Трансформатор напряжения
U	UR UJ UZ	Преобразователи электрических величин в электрические Модулятор, демодулятор Дискриминатор Преобразователь частоты, выпрямитель, инвертор

V	VD VL VT VS	Приборы электровакуумные и полупроводниковые Диод, стабилитрон Электровакуумный прибор Транзистор Тиристор
X	XA XP XS XT	Контактные соединения Скользящий контакт, токосъемник Штырь Гнездо Разборное соединение
Y	YA YB YC YH YV	Устройства механические с электрическими приводами Электромагнит Тормоз с электромагнитным приводом Муфты с электромагнитным приводом Электромагнитные плиты и патроны Электромагнитный золотник

Таблица 3. Буквенные коды функционального назначения

Буквенный код	Функция элемента (устройства)
A	Вспомогательный
B	Направление движения (вперед, назад, вверх, вниз и т.п.)
C	Считающий
D	Дифференцирующий
F	Защитный
G	Испытательный
H	Сигнальный
J	Интегрирующий
L	Толкающий
M	Главный
N	Измерительный
P	Пропорциональный
Q	Состояние (старт, стоп, ограничение)
R	Возврат, сброс
S	Запоминание, запись
T	Синхронизация, задержка
V	Скорость (ускорение, торможение)
W	Сложение
X	Умножение
Y	Аналоговый
Z	Цифровой

## ДИАГНОСТИРОВАНИЕ СЭО



Рис. 1. Классификационная схема систем и средств технического диагностирования

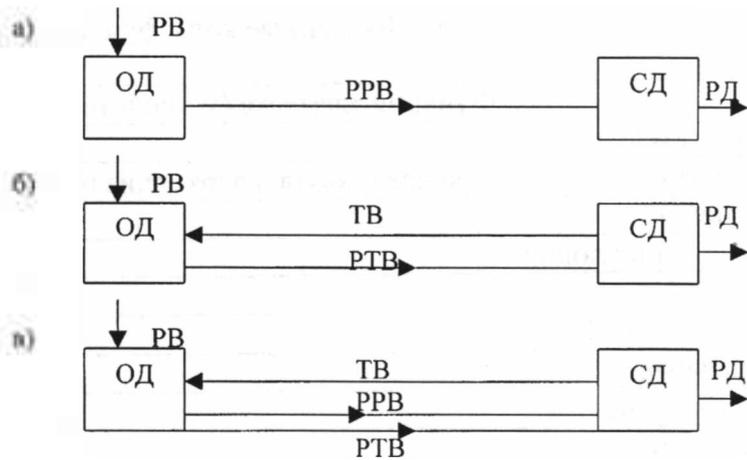


Рис. 2. Схемы систем функционального (а), тестового (б), и функционально – тестового (в) диагностирования



Рис. 3. Виды технического состояния СЭО

## Виды отказов СЭО

№ п/п	Признак классификации	Виды отказа
1.	Характер изменения параметров объекта до отказа	Внезапный, постепенный
2.	Связь с отказами других элементов объекта	Независимый, зависимый
3.	Причина отказа	Конструкционный, производственный, эксплуатационный
4.	Устойчивость неработоспособности	Самоустраняющийся, перемежающийся
5.	Возможность предупреждения отказа	Предупреждаемые, не предупреждаемые



Рис. 4

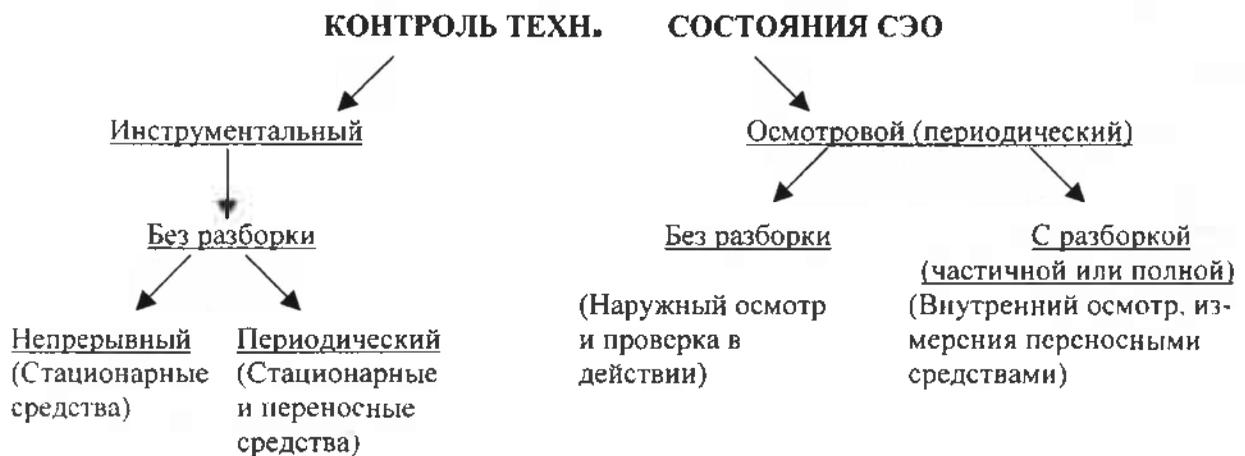


Рис. 5. Виды контроля технического состояния СЭО

**Параметры и признаки технического состояния электрооборудования**

Основные виды электрооборудования	Параметры									Прочее	Показатели
	Основные			Дополнительные							
	Сопротивление	Ток (нагрузки, возбуждения)	Температура	Напряжение	Активная мощность	Частота тока (вращения)	Плотность и уровень электролита	Вибрация	Ударные импульсы подшипников качения		
Генераторы	+	+	+	+	+	+	-	+	+	1*	4*
Электродвигатели	+	+	+	-	-	+	-	+	+	1*	4*
Трансформаторы, полупроводниковые преобразователи в разрядных устройствах, электроприводы гребных электрических установок	+	+	+	+	+	-	-	-	-	2*	5*
Аккумуляторы	+	-	+	+	-	-	+	-	-		
Распределительные устройства, пульты управления, электрическое освещение, электронагревательные и отопительные приборы	+	+	+	-	-	-	-	-	-		6*
Коммутационная, пускорегулирующая и защитная аппаратура	+	+	+	-	-	-	-	-	-	3*	
Аппаратура внутренней связи, сигнализации и управления судном	+	-	+	-	-	-	-	-	-		
Кабели и провода	+	+	+	-	-	-	-	-	-		7*

**ПРИМЕЧАНИЕ:** 1\* - воздушные зазоры, смещения вала, биение и износ колец (коллектора), давление щеток, ток холостого хода, зазоры в подшипниках; 2\* - импульсы, потенциалы; 3\* - нажатия, растворы и провалы контактов, время срабатывания, запуска, переключки; 4\* - загрязнение, износ изоляции, степень искрения щеток, исправность короткозамкнутых клеток роторов асинхронных двигателей, коррозия, исправность уплотнений, контактных соединений и крепежа, шум; 5\* - загрязнение, износ изоляции, коррозия, исправность уплотнений, заземлений, контактных соединений и крепежа, шум; 6\* - загрязнение, коррозия, износ, нагар и оплавление контактов и подвижных частей, исправность уплотнений, заземлений, контактных соединений и крепежа, шум; 7\* -загрязнение, износ, упругость и набухание изоляции, исправность заземлений, оконцевание сальников и проходных коробок.

## Нормы сопротивления изоляции судового электрооборудования и средств автоматизации

Электрооборудование	Сопротивление изоляции в нагретом состоянии, МОм	
	нормальное, не менее	минимально допустимое
Электрические машины	0,70	>0,20
Магнитные станции, пусковые устройства	0,50	>0,20
Щиты главные, аварийные, распределительные, пульты управления и т.л. при отключенных внешних цепях, специальных лампах указателей заземления и др.:		
до 100 В	0,30	>0,06
от 100 до 500 В	1,00	>0,20
Аккумуляторные батареи при отключенных приемниках:		
до 24 В	0,10	>0,02
от 25 до 220 В	0,50	>0,10
Фидер кабельной сети:		
освещения до 100 В	0,30	>0,06
то же, от 101 до 220 В	0,50	>0,20
силовой от 100 до 500 В	1,00	>0,20
Цепи управления, сигнализации и контроля:		
до 100 В	0,30	>0,06
от 100 до 500 В	1,00	>0,20

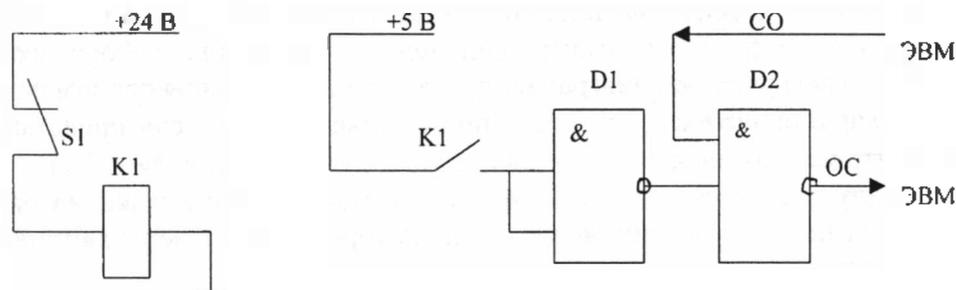


Рис. 6. Автоматическое диагностирование датчиков

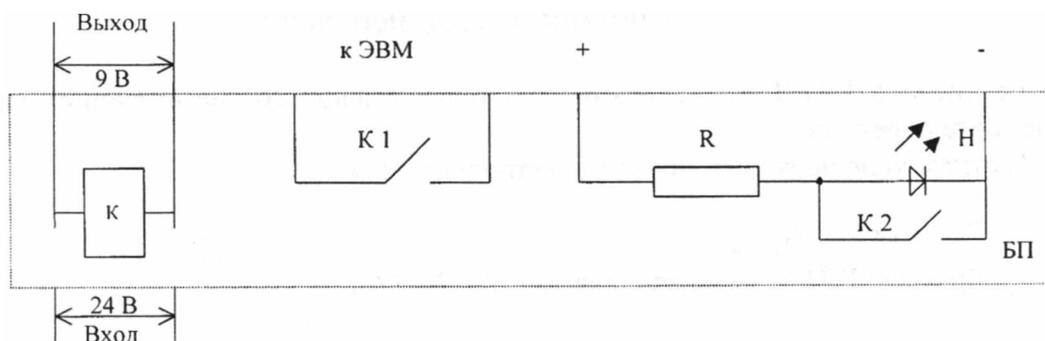


Рис. 7. Автоматическое диагностирование блока питания

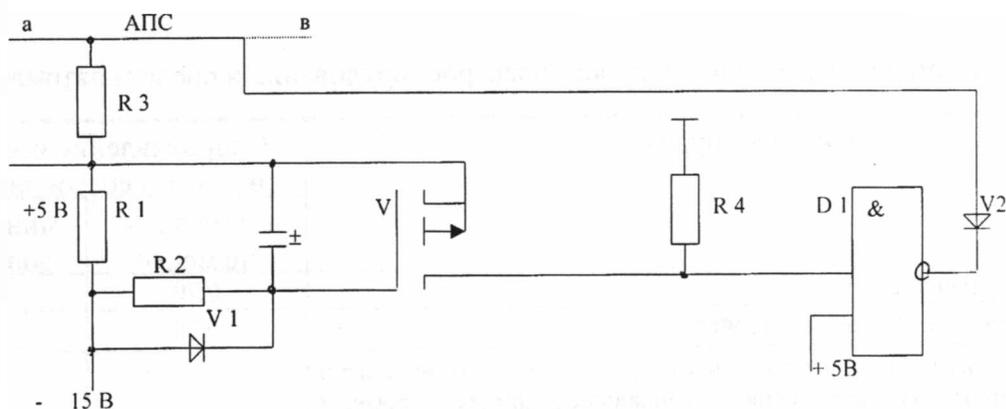


Рис. 8. Автоматическое диагностирование устройства самопроверки по длительности проверки

## НАГРУЗОЧНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

### РУЛЕВЫЕ ПРИВОДЫ

Рулевому устройству свойственны следующие режимы работы:

- 1) режим при ходе судна по курсу;
- 2) маневренный режим;
- 3) режим при заднем ходе судна.

Наиболее напряженным является режим маневрирования, так как руль переключается на максимальные углы и на баллере возникают максимальные моменты сопротивления. Для правильной эксплуатации рулевого электродвигателя, а также для выбора его мощности необходимо знать его нагрузочную диаграмму при работе в этом напряженном режиме.

Нагрузочная характеристика рулевого исполнительного двигателя представляет собой зависимость момента на валу электродвигателя от угла поворота руля:  $M = f(\alpha)$ .

Момент на валу электродвигателя определяется моментом нагрузки на баллере руля (рис.1) и потерями на трение в механизме передачи, которые обусловлены данной нагрузкой.

При прямом ходе пера руля момент электродвигателя

$$M = M\delta / i\eta, \quad (1)$$

где  $i$  – передаточное число механической передачи;

$\eta$  - прямой К.П.Д. передачи.

Передаточное число и К.П.Д. определяются как произведения соответствующих значений каждого элемента передачи.

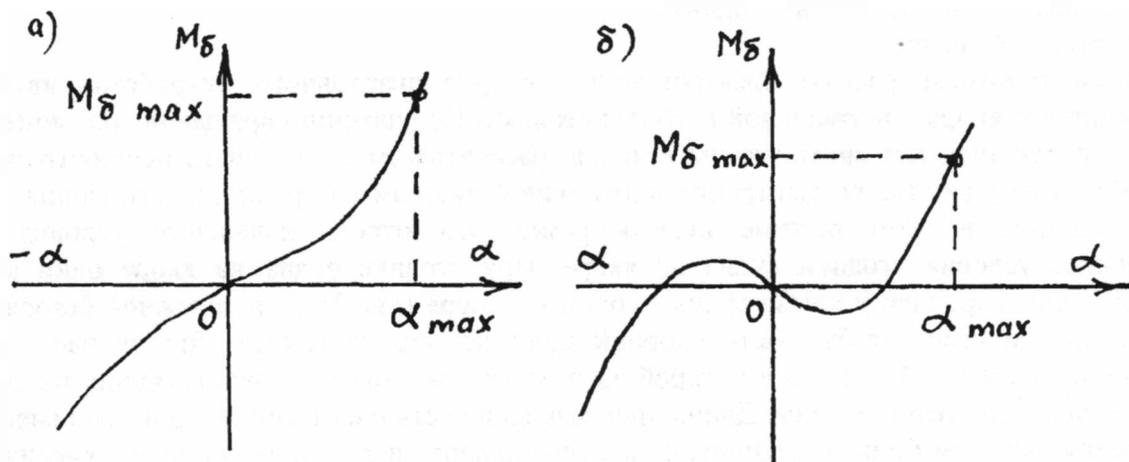
При обратном ходе пера руля момент электродвигателя

$$M = M\delta\eta' / i, \quad (2)$$

где  $\eta'$  – обратный К.П.Д. передачи, равный  $\eta' = 2 - i / \eta$ .

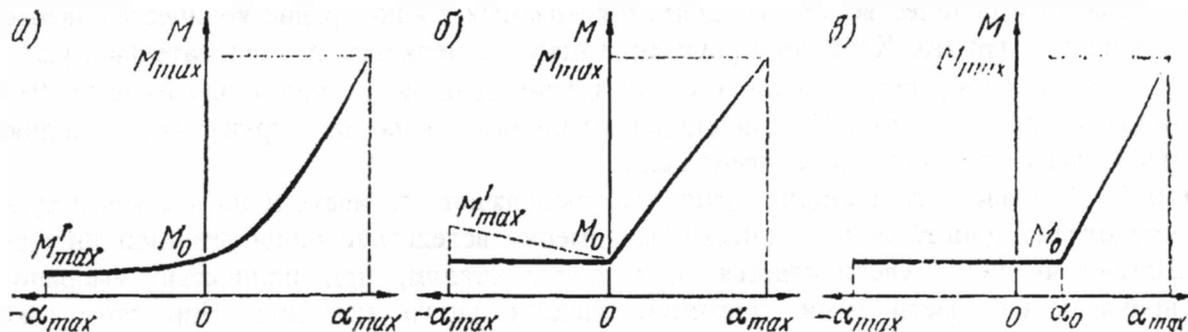
Так как передачи рулевых электроприводов всегда содержат самотормозящий элемент, то прямой и обратный К.П.Д. не равны:  $\eta \neq \eta'$ , причем  $\eta' < 0$ . При обратном ходе пера руля отрицательный момент на баллере руля и отрицательный К.П.Д. обуславливают, согласно формуле (2), положительный момент на валу электродвигателя. Иначе говоря, несмотря на стремление пера руля самому повернуться в направлении переключки, то есть диаметрали,

электродвигателю все же приходится работать в двигательном режиме, преодолевая сопротивление трения в элементах передачи, расположенных между валом двигателя и самотормозящимся элементом. Построение точных нагрузочных диаграмм аналитическим путем весьма затруднительно, в частности из-за того, что К.П.Д. передачи – значение переменное, зависящее от нагрузки. Поэтому для практических расчетов удовлетворяются приближенными нагрузочными диаграммами (рис.2). Максимальный момент при прямом ходе руля и переднем ходе судна  $M_{\max}$  определяют по формуле (1), подставляя в нее К.П.Д., соответствующий наибольшей нагрузке  $M_{\delta \max}$ . Этот К.П.Д. обычно известен. Момент  $M_0$  при обратном ходе пера руля и при переходе через диаметрально плоскость принимают равным  $M_0 = (0,1+0,3)M_{\max}$ . Это же значение момента принимается на участке от 0 до  $-\alpha_1$  для балансируемых рулей. Нижний предел относится к простым рулям, а верхний – к балансируемым и полубалансируемым. Это объясняется тем, что трение в ненагруженном приводе не зависит от типа руля в то время как у рулей с балансирующей частью значения  $M_{\delta/\max}$  значительно снижены и для получения того же значения  $M_0$  следует брать большую часть от  $M_{\max}$ . Изменение же момента на участках от  $\alpha_{\max}$  для простых рулей и до  $\alpha = 0$  для простых рулей принимают прямолинейным. При заднем ходе судна, плечо сил давления по сравнению с передним ходом увеличивается, что способствует увеличению моментов на баллере. Однако, при практических расчетах рулевых электроприводов ограничиваются лишь нагрузочными диаграммами рулевого устройства при переднем ходе, так как из-за уменьшенной скорости заднего хода, принимаемой равной  $v_{з.х.} = (0,5+0,7)v_{п.х.}$ , значение  $M_{б.з.\max} < M_{б.\max}$ .



**Рис.1. Типовые кривые моментов на баллере руля**

а) простой руль; б) для компенсированного руля



## Рис.2 Нагрузочные диаграммы РЭМ-привода

- а) расчетная для простого руля; б) упрощенная линеаризованная для простого руля;  
в) упрощенная линеаризованная для компенсированного руля.

### ЯКОРНО-ШВАРТОВНЫЕ УСТРОЙСТВА

Электроприводу якорно-швартовых устройств свойственны следующие основные режимы работы:

- режим съёмки судна с одного якоря;
- одновременный подъем двух якорей;
- швартовый режим.

Основным режимом работы электропривода якорно-швартового устройства является подъем одного якоря с нормальной глубины стоянки. По значению вращающихся моментов на валу, потребных для снятия судна с якоря, рассчитывается мощность исполнительного двигателя. Для удобства рассмотрения нагрузочной диаграммы брашпильного (шпилевого) электропривода в этом режиме целесообразно рассмотреть начальные условия, т.е. нормальные условия стоянки судна на якоре. При стоянке судна на якоре один конец якорной цепи закреплен у клюза судна, второй - у якоря (рис.3). Для надежной безопасной стоянки необходимо, чтобы часть якорной цепи лежала на грунте. Другая часть цепи является провисающей, усилие в которой зависит от внешних сил, действующих на судно: силы ветра и силы течения воды. Длина провисающей части с изменением действия внешних сил изменяется. Чем больше внешние силы, тем больше сила натяжения цепи. Увеличение первых вызывает подъем части цепи с грунта, то есть длина провисающей части цепи увеличивается. Усилия, возникающие в провисающей части цепи и создают основные усилия у клюза, передаваемые на механизм.

Процесс снятия судна с якоря разбивается на четыре стадии.

**Стадия I.** В первой стадии брашпиль выбирает цепь, втягивая её звенья в клюз, и судно под действием электропривода якорного устройства движется с небольшой постоянной скоростью к месту заложения якоря.

При этом количество звеньев цепи, втягиваемых в клюз, равно количеству звеньев, поднятых с грунта. Характер провисания цепи не меняется, а, следовательно, усилие натяжения цепи у входа в клюз  $F_{к1}$  (Н), и момент на валу электродвигателя  $M_1$  (Н·м) остаются постоянными. Первая стадия заканчивается, когда с грунта будет поднято последнее свободно лежащее звено цепи.

**Стадия II.** В течение этой стадии брашпиль продолжает втягивать цепь в клюз, а судно продолжает двигаться практически равномерно вследствие приобретенной инерции. Натяжение цепи увеличивается, и в конце стадии, при полностью выбранной провисающей части цепи, достигает максимального значения. При этом закон изменения натяжения цепи достаточно сложный и аналитическое выражение его

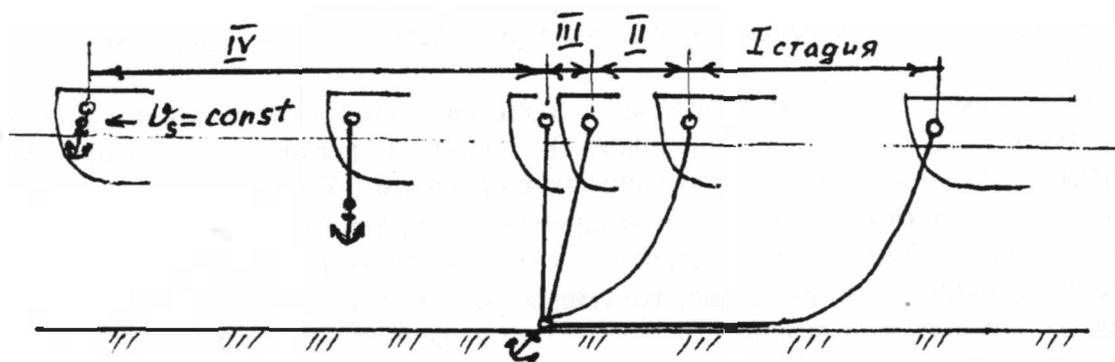
отсутствует. Приближенно можно считать, что усилие натяжения цепи во второй стадии изменяется во времени по прямолинейному закону.

**Стадия III.** Брашпиль в течение этой стадии постоянно выбирает слаbinу, образующуюся вследствие движения судна по инерции. Таким образом, натяжение цепи остается максимальным, при этом двигатель может даже и останавливаться. При прохождении судна над местом заложения якоря происходит выворачивание якоря и отрыв его от грунта.

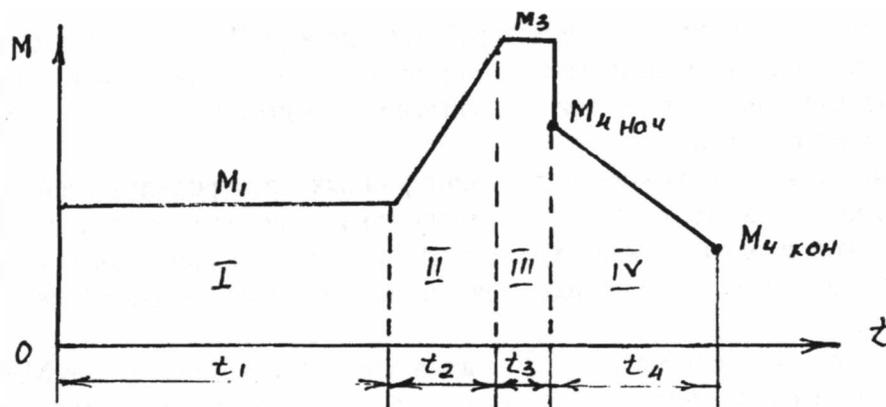
Продолжительность третьей стадии обычно не более 1 мин.

**Стадия IV.** Этому участку работы соответствует, когда брашпиль выбирает свободно висящую цепь и якорь.

По значениям моментов и времени работы на каждой стадии строится нагрузочная диаграмма электропривода брашпиля  $M = f(t)$  (рис.4).



**Рис.3 Стадии съёмки судна с якоря**



**Рис.4. Упрощенная нагрузочная диаграмма якорного электропривода**

**ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ТОРМОЗА, ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ОБСЛУЖИВАНИЕ**

## КЛАССИФИКАЦИЯ ТОРМОЗНЫХ УСТРОЙСТВ

Точная остановка механизмов, а также удержание механизма в строго фиксированном положении невозможны без механического затормаживания вала исполнительного двигателя. В электромеханизмах применяются две системы тормозов: пристраиваемые к двигателям тормоза с электромагнитным приводом и колодочные тормоза, устанавливаемые на механизмах и имеющие привод от электромагнитов или электрогидравлических толкателей.

Тормоза, пристраиваемые к двигателям, с точки зрения тормозного устройства могут быть с дисковыми или с колодочными фрикционными элементами. Привод этих тормозов электромагнитный с электромагнитами постоянного или переменного тока. Электромагниты тормозов имеют короткоходовую конструкцию. Промышленность изготавливает две серии тормозов, пристраиваемых к двигателям. Тормоза обеих серий дисковые, с приводом постоянного или переменного тока. Колодочные тормоза в судовых механизмах используются либо в качестве дублирующих тормозных устройств при тормозных моментах до 500 Н·м., либо в качестве основных тормозных устройств при тормозных моментах от 500 до 5000 Н·м.

Приводы самостоятельных колодочных тормозов различаются родом тока, системой привода (короткоходовые и длинноходовые), способом реализации тягового усилия (с электромагнитным или электрогидравлическим приводом). У короткоходовых приводов рабочий ход равен пути перемещения тормозных поверхностей или близок к нему (3÷5 мм), у длинноходовых рабочий ход в несколько раз больше пути перемещения тормозных поверхностей (40÷80 мм). Естественно, что усилия, развиваемые приводами короткоходовых тормозов, одного порядка с усилием, действующим на фрикционные поверхности, а усилие длинноходовых приводов настолько меньше необходимого усилия торможения, на сколько ход привода больше зазора, возникающего между фрикционными поверхностями.

### ТОРМОЗА, ПРИСТРАИВАЕМЫЕ К ДВИГАТЕЛЯМ

Для двигателей кратковременных режимов работы серии ДПМ постоянного тока и серии МАП переменного тока предназначаются тормоза с электромагнитным приводом. По системе торможения они относятся к категории многодисковых с приводом от короткоходовых электромагнитов.

Специальная серия многоскоростных асинхронных электродвигателей (серия МАП) была освоена в 1950—1952 гг. С 1963 г. началось производство электродвигателей МАП с кремнийорганической изоляцией класса Н, а в 1976 г. была создана новая серия с учетом опыта эксплуатации судовых палубных механизмов и началось серийное изготовление деталей этой серии.

В последние годы произведена модернизация электродвигателей серии МАП и освоено производство двигателей новых модификаций, которые получают питание от преобразователей частоты и могут использоваться в составе тиристорных электроприводов.

Во взрывоопасных помещениях используется модификация взрывозащищенных электродвигателей серии ВМАП, которые по своим характеристикам аналогичны серии МАП.

Основная серия электродвигателей МАП охватывает девять типоразмеров (габаритов), построенных на шести диаметрах, и диапазон мощностей от 1 до 120 кВт.

Все многоскоростные асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором. Большинство роторов имеет литую обмотку из алюминиевого коррозионно-стойкого сплава с повышенным сопротивлением. У двигателей некоторых исполнений обмотка ротора изготавливается из медных стержней с приваренными латунными короткозамыкающими кольцами.

Так как электродвигатели серии МАП предназначены для механизмов, требующих эффективного торможения, то для каждого типоразмера предусматривается исполнение с пристроенным быстродействующим дисковым тормозом с электромагнитным приводом. Общий вид электродвигателя серии МАП с пристроенным дисковым тормозом показан на рис.5. Наша промышленность изготавливает две серии дисковых тормозов, пристраиваемых к двигателям – тормоза с приводом постоянного тока ТДП и переменного тока ТМТ. Торможение осуществляется трением вращающихся дисков с фрикционным материалом о неподвижные стальные диски.

Электромагниты тормозов переменного тока имеют магнитную систему, состоящую из кольцевого неподвижного сердечника, приваренного к корпусу двигателя, и якоря кольцевого типа, который располагается на тех же штырях, что и неподвижные тормозные диски, и может перемещаться в аксиальном направлении. Между сердечником и якорем располагаются шесть катушек электромагнита, равномерно размещенных по окружности. Между корпусом двигателя и якорем установлена главная тормозная пружина, усилие которой через якорь передается к неподвижным дискам, и затем через поверхности трения - к подвижным дискам. Катушки тормозов при напряжении сети 220 В соединяются в треугольник, а при напряжении 380 В - в звезду.

Электромагнитная система тормозов постоянного тока более проста. Конструкция тормоза постоянного тока типа ТДП показана на рис.6. Сердечник магнитопровода образован фасонным отливом в подшипниковом щите 2, где располагается кольцевая катушка электромагнита 1. Якорь электромагнита 4 может перемещаться в аксиальном направлении по магнитным штифтам 11. При отключенном электромагните якорь и тормозной вращающийся диск 3 прижимаются тормозной пружиной 10 к крышке тормоза 5. Ротор двигателя заторможен. При включении электромагнита якорь 4 притягивается к сердечнику, тормозная пружина сжимается и освобождается тормозной диск, который может свободно перемещаться по шлицевой втулке 6.

Регулирование тормозного усилия осуществляется путем изменения силы сжатия пружины 10 с помощью регулировочной муфты 9 и шайбы 7, а величина хода якоря регулируется толщиной шайб 12.

На конце вала располагается вентиляторная крылатка для внешнего обдува корпуса двигателя. Крылатка крепится на валу двигателя гайкой 8. Конструкция тормоза имеет устройство для ручного растормаживания, для чего в корпусе тормоза имеются два отверстия, в которые ввинчиваются пробки-болты.

В настоящее время на судах транспортного флота имеется большое число многоскоростных асинхронных двигателей, построенных по нашему заказу на зарубежных фирмах. Подавляющее большинство многоскоростных асинхронных двигателей выполнено с независимыми статорными обмотками по принципу постоянства момента.

Двигатели изготавливаются как в однороторном, так и в двухроторном исполнении. При однороторном исполнении в пазы статора укладываются все обмотки, причем, чем большее число полюсов имеет обмотка, тем ближе она располагается к воздушному зазору. При двухроторном исполнении имеется также два пакета статорного железа. Чаще всего двухроторными изготавливаются трехскоростные асинхронные двигатели. В этом случае быстроходный ротор и статор с двумя электрически не связанными обмотками располагаются со стороны механизма. Обмотка статора, имеющая меньшее число полюсов, укладывается на дно паза, а большее – ближе к воздушному зазору. Тихоходный ротор и соответствующий ему пакет статорного железа с многополюсной статорной обмоткой располагаются со стороны, противоположной механизму.

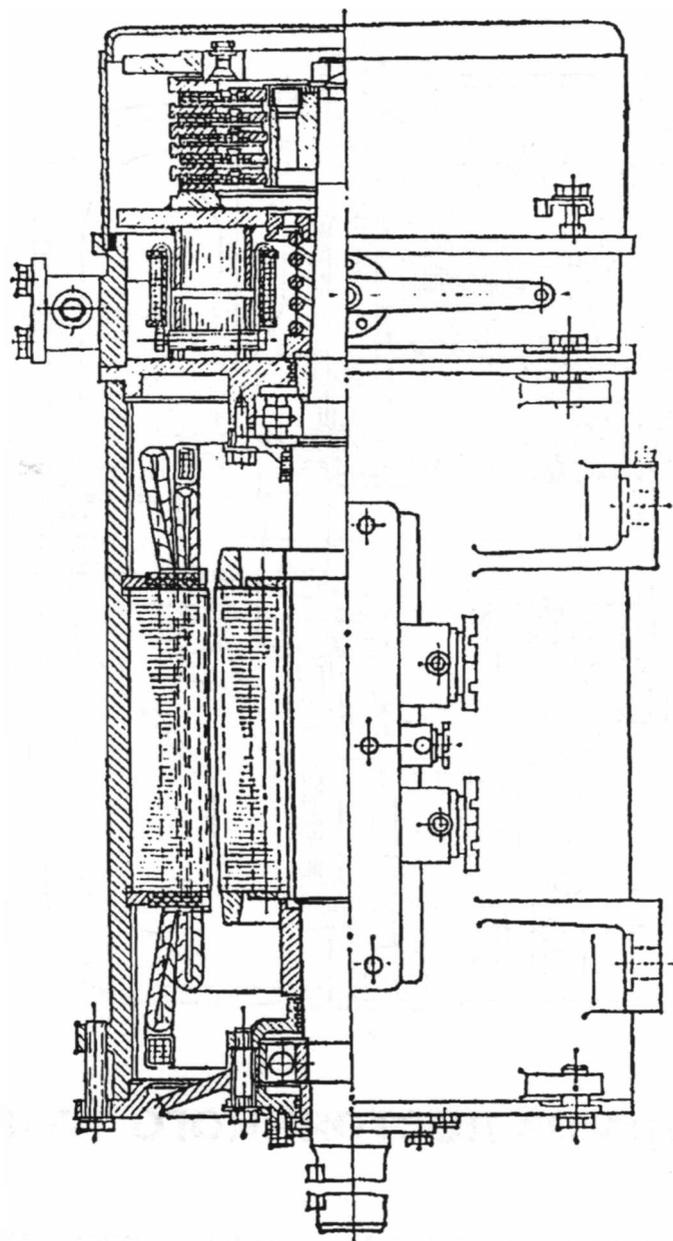
## **ОБСЛУЖИВАНИЕ ТОРМОЗОВ**

Электромагнитные дисковые тормоза в процессе эксплуатации проверяют на правильность

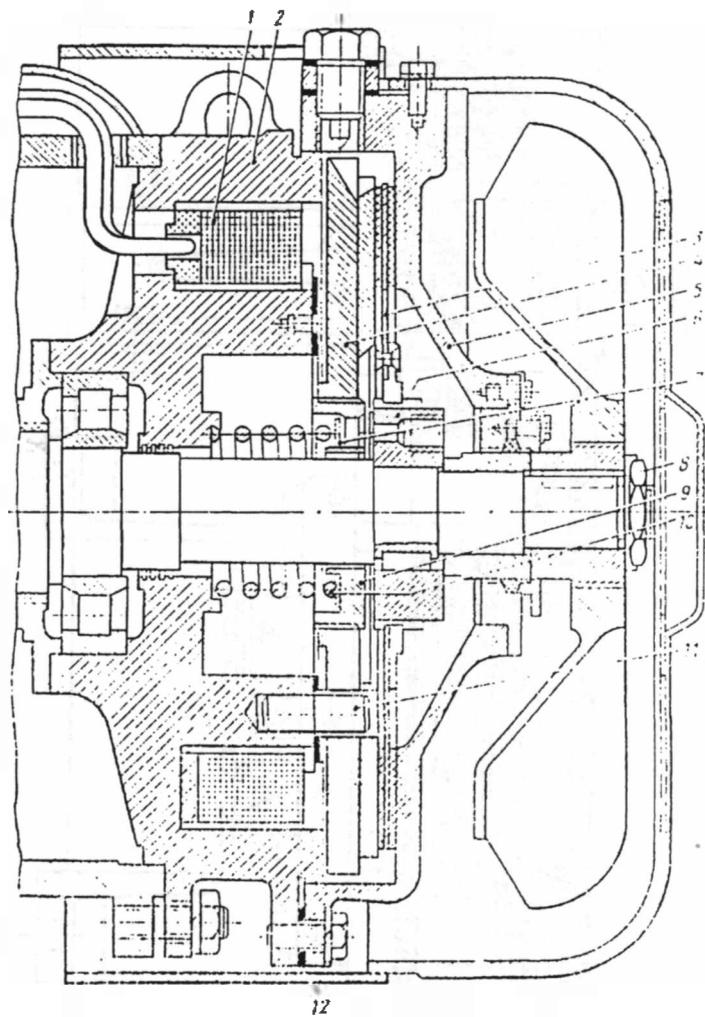
работы в схеме и плавность движения якоря. Не реже одного раза в месяц проверяют длину хода подвижной части, определяемую зазором между дисками и корпусом. Зазор различен для разных типоразмеров тормозов.

По мере износа фрикционных колец увеличивается ход якоря, при этом уменьшается втягивающее усилие электромагнита. В какой-то момент усилие может оказаться настолько малым, что растормаживания электродвигателя не произойдет. Кроме того, при увеличенном ходе якоря возрастают удары при включении и отключении электромагнита. Если ход якоря превышает допустимое значение, указанное в инструкции завода-изготовителя, производят регулировку тормоза. Для этого рукоятку поворачивают из нижнего положения в верхнее и растормаживают двигатель.

Регулировку длины воздушного зазора электромагнитов осуществляют перемещением неподвижного диска при помощи регулировочных гаек. Дисковые тормоза обычно поставляют отрегулированными на номинальный тормозной момент. Тормозной момент можно несколько уменьшить, ослабив натяжение пружины при помощи упорного кольца. Следует иметь в виду, что установленный в холодном состоянии тормозной момент несколько снижается в нагретом состоянии тормоза. Для определения значения тормозного момента, после регулирования подвешивают груз к рычагу, закрепленному на валу электродвигателя, определяют максимальный груз, удерживаемый тормозом. Зная массу груза и его расстояние от оси вала, легко вычислить тормозной момент. Многие электромагнитные тормоза снабжаются выключателями, имеющими механическую связь при помощи толкателей с подвижной частью тормоза. Эти выключатели в процессе эксплуатации часто ломаются, и приходится после их восстановления производить регулировку. В процессе регулирования положение толкателей необходимо установить в зависимости от размера хода подвижной системы тормозного магнита. В процессе профилактики тормозов проверяют состояние фрикционных колец, протирают тормозные прокладки и очищают внутреннюю часть от хлопьев феррадо, применяя для этого ручной мех. Одновременно подтягивают болтовые соединения, крепящие отдельные детали, в трущиеся части тормоза добавляют смазку, изношенные уплотнения заменяют новыми. Сопротивление изоляции тормоза должно быть не менее 1 МОм.



**Рис.5 Общий вид электродвигателя серии МАП с дисковым тормозом ТМТ**



**Рис.6 Тормоз постоянного тока типа ТДП**

**ХАРАКТЕРНЫЕ СХЕМЫ ОСНОВНЫХ СУДОВЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ**

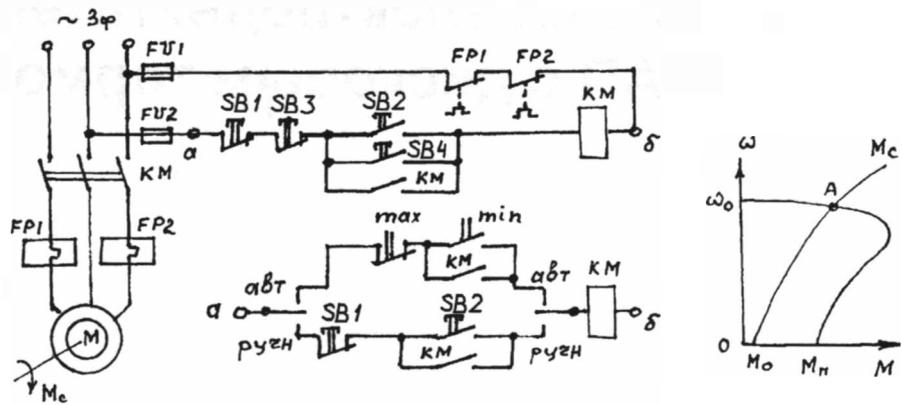
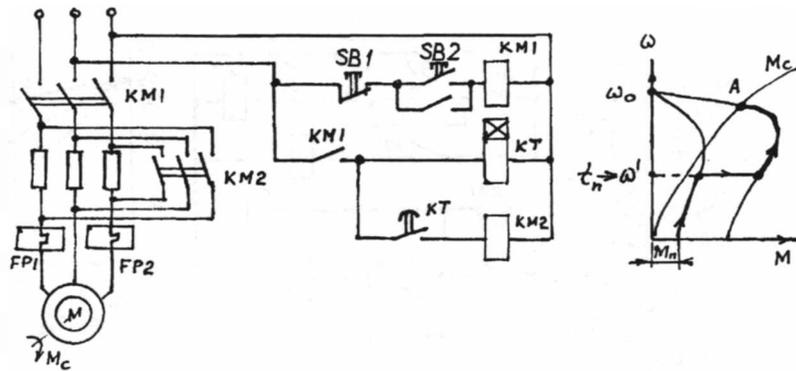
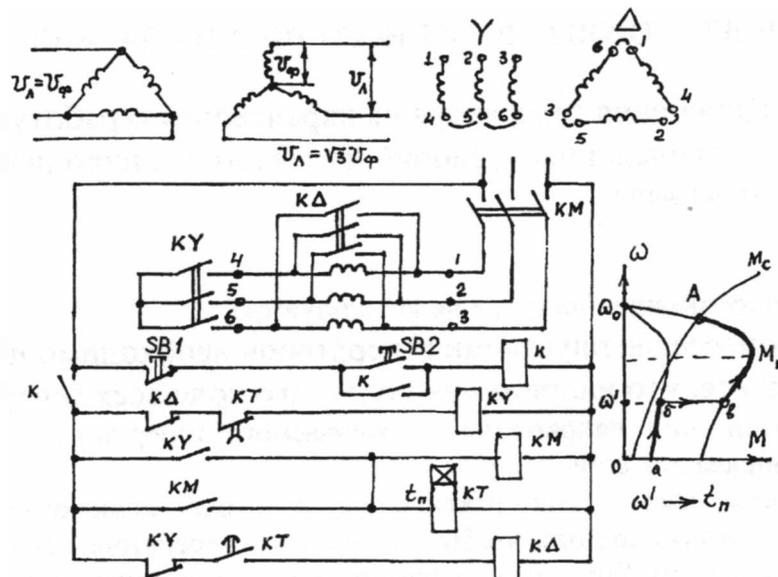


Рис.7 Схема автоматического управления электроприводом с применением магнитного пускателя



**Рис.8 Пуск АД в функции времени с включением пускового реостата в цепь статора**



**Рис.9 Пуск асинхронного привода переключением со «звезды» на «треугольник»**

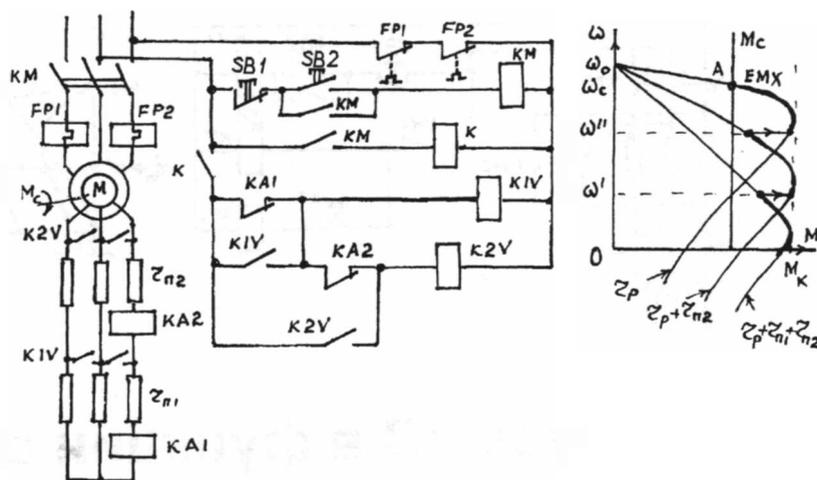


Рис.10 Пуск асинхронного привода в функции тока с включением пускового реостата в цепь ротора.

## ВКЛЮЧЕНИЕ ГЕНЕРАТОРОВ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА НА ПАРАЛЛЕЛЬНУЮ РАБОТУ

Процесс включения генератора на параллельную работу при выполнении определенных условий называется синхронизацией.

Методы синхронизации:

1. Точная;
2. Грубая;
3. Самосинхронизация (на судах не используется).

В процессе эксплуатации генераторов необходимо периодически убеждаться, что напряжения холостого хода всех генераторов равны.

При синхронизации напряжения подключаемого генератора в этом случае будут немного выше напряжения сети.

При подгонке частот для исключения перехода подключаемого генератора в двигательный режим необходимо, чтобы частота этого генератора была немного выше, чем частота сети (0,2 - 0,4 Гц). Команду на включение автоматического выключателя генератора необходимо подавать чуть раньше момента идеальной синхронизации, которая определяется с помощью синхроскопа. Это позволит учесть замедленную реакцию человека и время включения выключателя.

Метод грубой синхронизации позволяет избежать ошибок при определении момента включения автоматического выключателя подключаемого генератора.

## ЗАЩИТА СУДОВЫХ СИНХРОННЫХ ГЕНЕРАТОРОВ

Для генераторов, предназначенных для параллельной работы, должны быть предусмотрены следующие устройства защиты:

1. от перегрузок;
2. от короткого замыкания;
3. от обратной мощности или обратного тока (переход в двигательный режим);
4. от минимального напряжения.

Установки защиты от перегрузки и обратной мощности и выдержки времени при срабатывании защиты должны быть подобраны к характеристикам приводного двигателя.

Предусматривается устройство, автоматически и избирательно отключающее менее ответственные потребители при перегрузке генераторов.

Реле защиты от перегрузки и обратной мощности подключаются к трансформаторам тока, измеряющих ток генератора. Номинальные токи первичных обмоток трансформаторов и генератора, как правило, не совпадают. Поэтому необходим соответствующий пересчет уставок реле защиты.

**Например: защита от перегрузки.**

Генератор:  $I_{Hr} = 303 \text{ A}$      $V_H = 380 \text{ В}$   
 Трансформатор тока 400/5 А     $I_{HTr1} = 400 \text{ А}$   
 Уставка срабатывания 100%  $I_H$   
 $I_{HTr1} = 400 \text{ А} - 100\%$   
 $110\% I_{Hr} = 330,3 \text{ А} - X$   
 $X = 330,3/400 * 100 = 0,83 * 100\% = 83\%$

Реле защиты от перегрузки настраивается на величину  $0,83 I_{HTr1}$ , что приведет к срабатыванию этого реле при перегрузке генератора выше  $110\% I_{Hr}$ .

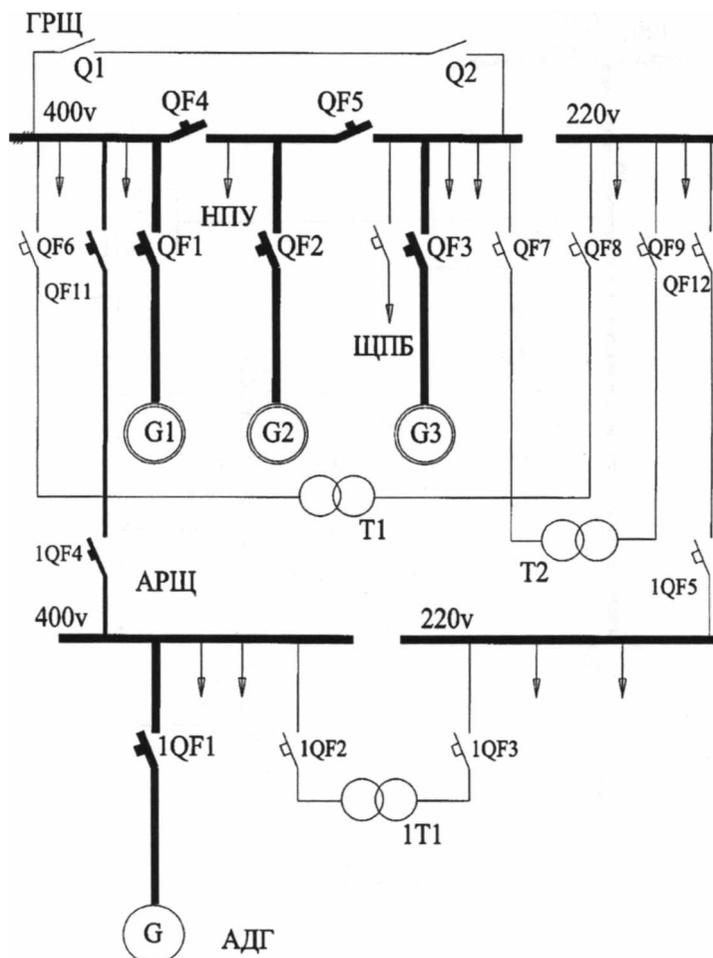


Рис. 1. Схема судовой электроэнергетической системы

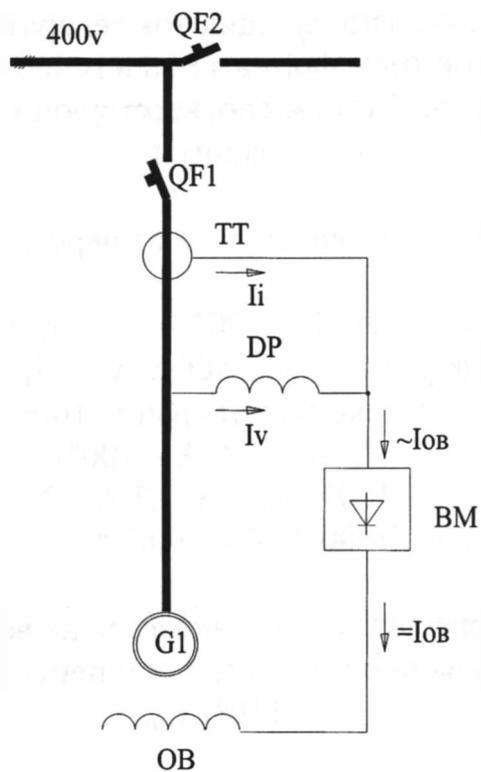


Рис. 2

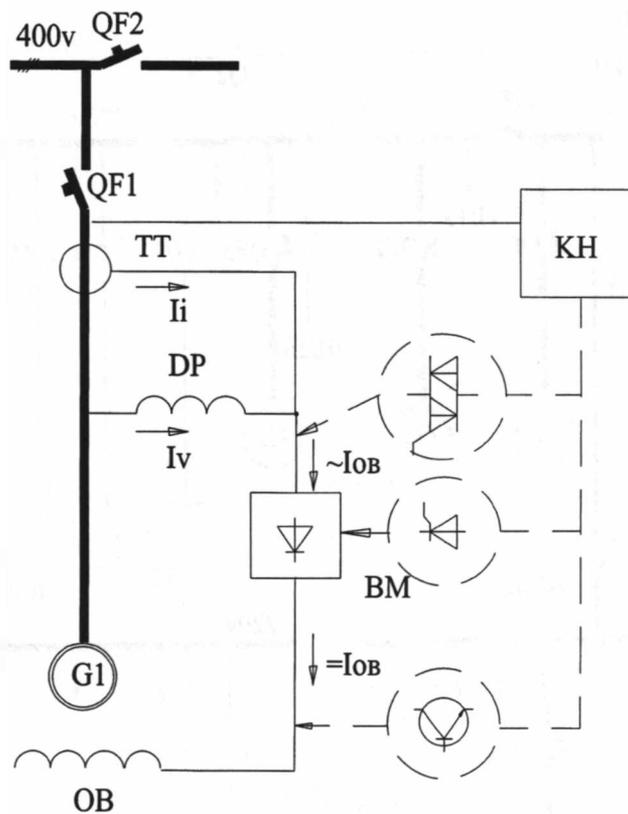


Рис. 3

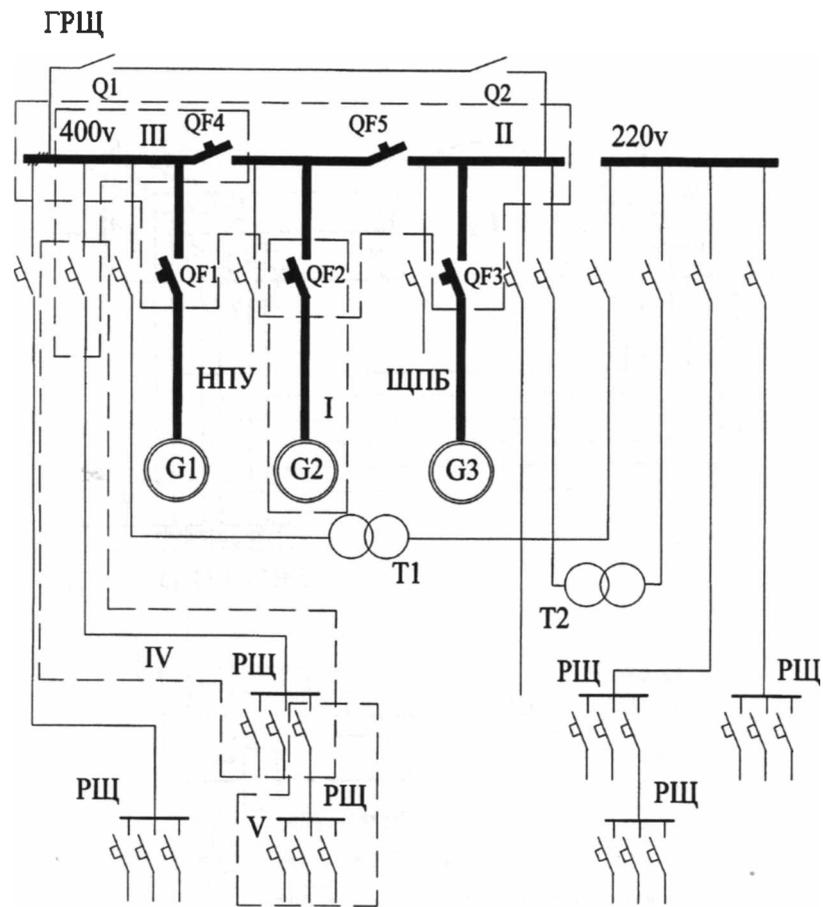


Рис. 4. Схема защиты судовой электроэнергетической системы

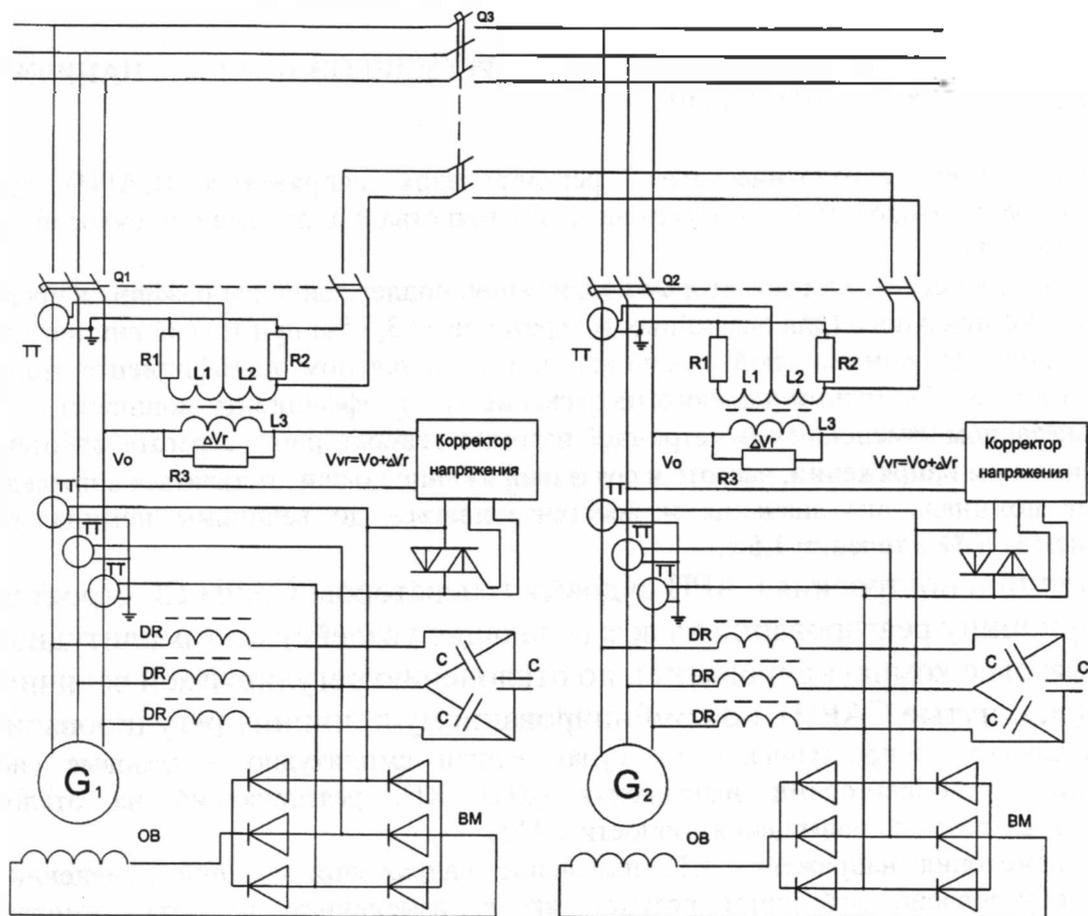


Рис. 5

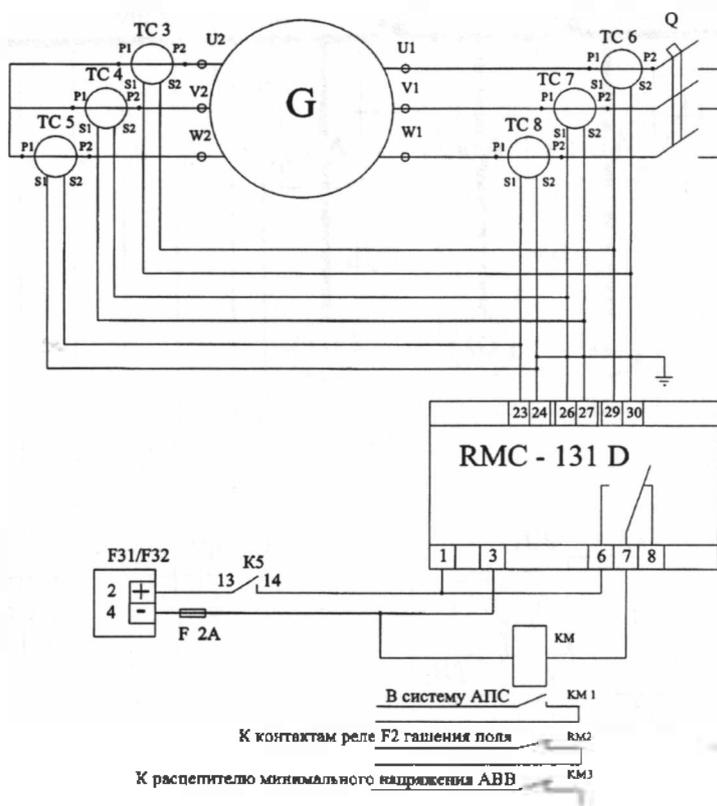


Рис. 6. Защита СГ от внутренних повреждений

## СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ СИНХРОННЫХ ГЕНЕРАТОРОВ

Назначение систем автоматического регулирования напряжения (САРН) судовых синхронных генераторов (СГ): поддержание постоянства напряжения в судовой сети в заданных пределах.

Требования Регистра к регуляторам напряжения: поддержание напряжения в пределах  $\pm 2,5\%$  от номинального (для аварийных генераторов  $\pm 3,5\%$ ) при изменении нагрузки от холостого хода до номинальной величины при номинальном коэффициенте мощности равном 0,8 и  $\pm 3,5\%$  от номинального напряжения при коэффициенте мощности от 0,6 до 0,9. При внезапном изменении симметричной нагрузки генераторного агрегата, работающего при номинальном напряжении, частоте и  $\cos \phi$  напряжение должно оставаться в пределах 85-120 % от номинального значения и восстанавливаться до величины номинального с отклонением  $\pm 3\%$  в течении 1,5 с.

Принцип построения САРН судовых генераторов: САРН СГ строятся по принципу реагирования на возмущающие воздействия (амплитудное и фазовое компаундирование), по отклонению регулируемой величины (замкнутые САРН), по комбинированному принципу регулирования.

Наибольшее распространение на судах нашли амплитудно – фазовые системы возбуждения с корректорами напряжения (КН). КН, реагирующий на отклонения напряжения, служит для повышения точности САРН.

Причины изменения напряжения СГ: изменение напряжения СГ при изменении тока нагрузки обусловлено действием реакции якоря, изменением частоты, температуры,

параметров САРН.

### Основные характеристики СГ:

- регулировочная характеристика  $I_B = f(I)$  – зависимость величины тока возбуждения ( $I_B$ ) от тока нагрузки ( $I$ ) при постоянных величинах напряжения ( $U$ ), частоты ( $f$ ), коэффициента мощности ( $\cos \varphi$ ),
- внешняя характеристика  $U = f(I)$  – зависимость напряжения от тока при постоянстве коэффициента мощности, частоты.

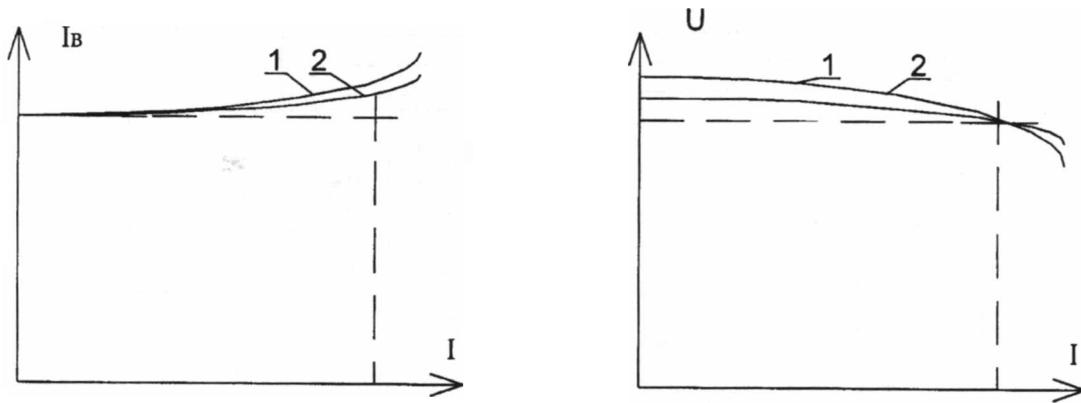


Рис. 1. Регулированная и внешняя характеристика СГ  
1 – индуктивная; 2 – активная

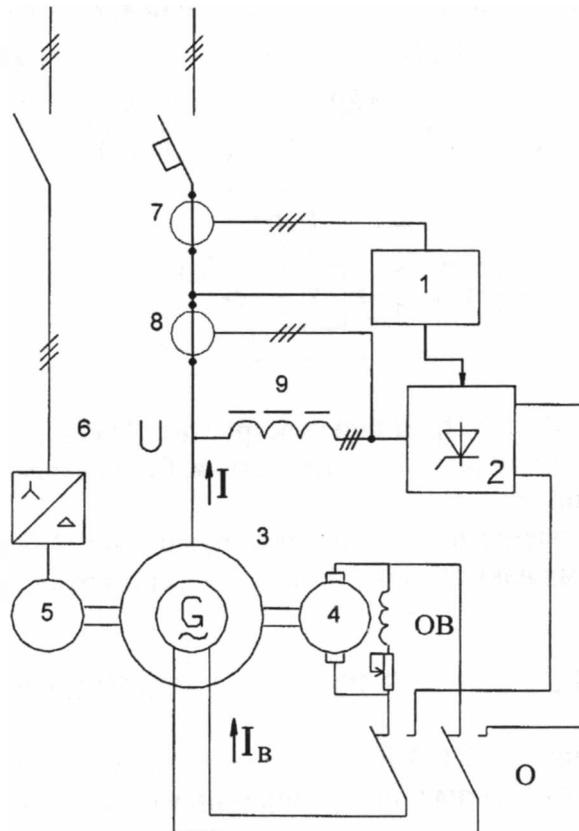


Рис. 2. САРН СГ с независимым возбуждением и комбинированного типа  
 1 – КН; 2 – выпрямитель; 3 – СГ; 4 – возбудитель; 5 – приводной двигатель; 6 – переключатель обмоток звезда-треугольник; 7 – трансформатор напряжения; 8 – трансформатор тока; 9 – линейный дроссель; 10 – переключатель

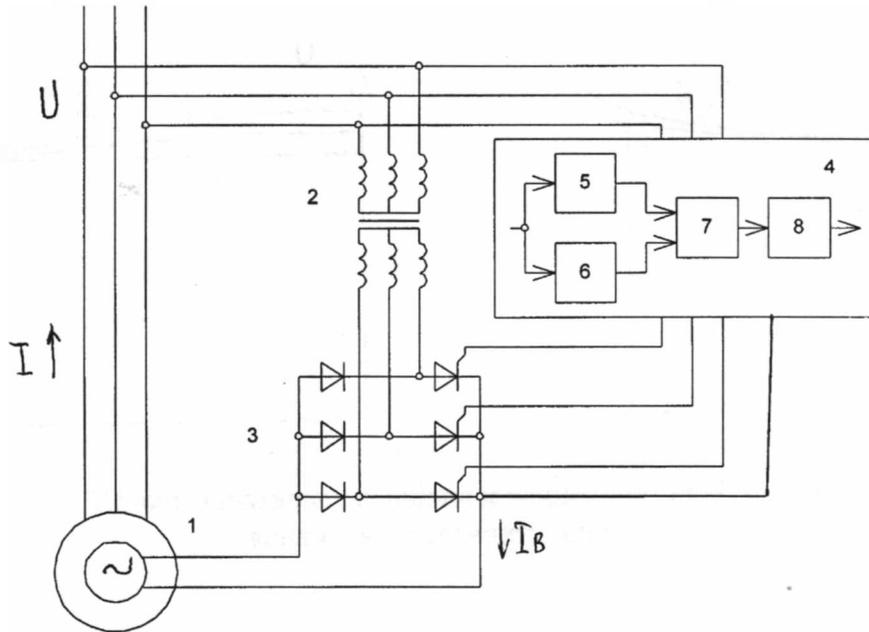


Рис. 3. САРН СГ, работающая по отклонению  
 1 – СГ; 2 – трансформатор; 3 – мостовой выпрямитель; 4 – система управления выпрямителем; 5 – блок эталонного напряжения; 6 – блок действительного напряжения; 7 – блок сравнения; 8 – блок управления

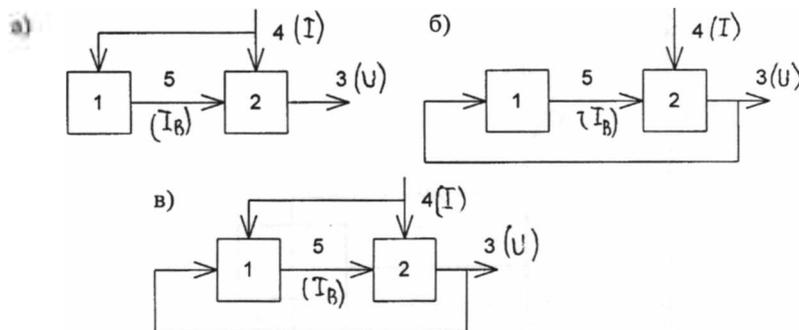


Рис. 4. Принципы построения САРН  
 а). по реакции на возмущающие воздействия; б). по отклонению;  
 в). комбинированные  
 1 – система регулирования; 2 – объект управления; 3 – регулируемая величина; 4 – возмущающее воздействие; 5 – регулирующая величина

## СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СУДОВОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ (СЭЭС)

Назначение систем управления (СУ) СЭЭС: выполнение функций управления, защиты СЭЭС и контроля, а также диагностирования и прогнозирования состояния технических средств.

Объем автоматизации СЭЭС. Рациональный объем автоматизации СЭЭС устанавливается для каждого типа и класса судов и обосновывается технико – экономическими показателями, основными из которых являются:

- бесперебойность снабжения судовых приемников электроэнергией в нормальных и аварийных режимах;
- поддержание параметров электроэнергии в заданных пределах;
- синхронизация ГА и распределение нагрузки между ГА;
- поддержание экономичной работы ГА;
- защита элементов СЭЭС;
- диагностирование и прогнозирование состояния СЭЭС и ее элементов;
- возможность обеспечения безвахтенного обслуживания;
- безопасность эксплуатации.

Типы СУ СЭЭС.

Для управления ГА и СЭЭС находят применение следующие системы:

- ДАУ ГА;
- СУ с использованием функциональных устройств, блоков или модулей (СУ “Иртыш”, “Ижма”, “Ижора”, “Двина” и т.д.);
- СУ с многофункциональным управляющим устройством (СУ фирм Strömberg и ASEA типа АХИМ, ГЕНА – С);
- СУ на базе микропроцессоров и микроЭВМ.

СУ СЭЭС типа “ИРТЫШ”

СУ “Иртыш” предназначена для дистанционного автоматизированного управления СЭЭС, состоящей из ТГ, ДГ, АДГ.

СУ “Иртыш” обеспечивает:

- автоматическую точную синхронизацию ГА с шинами ГРЩ;
- полуавтоматическую точную синхронизацию секций шин ГРЩ;
- ручную точную синхронизацию ГА с шинами ГРЩ и секций ГРЩ между собой;
- автоматическое распределение активной нагрузки ДГ и ТГ, работающего от вспомогательного котла;
- зависимое (принудительное) распределение активной нагрузки при работе ТГ от утилизационного котла;
- отключение второстепенных потребителей в две очереди при перегрузке работающих ГА;
- включение резервного ДГ в функции нагрузки работающих ГА;
- световую и звуковую сигнализацию аварийных ситуаций;
- непрерывный контроль сопротивления изоляции;
- отключение фидера питания с берега при обрыве одной фазы и т.д.

Функциональные устройства, входящие в СУ СЭЭС типа “Иртыш”:

- устройство синхронизации типа УСГ-1 П;
- устройство пропорционального распределения активных нагрузок между параллельно работающими ГА типа УРЧН;
- устройство принудительного распределения активных нагрузок типа “Буран”;
- устройство разгрузки генераторов УРГ;
- устройство включения резерва УВР;
- устройство звуковой и световой сигнализации типа УЗС-1;
- устройство световой сигнализации типа УС-1;
- устройство контроля сопротивления изоляции типа УКИ-1;
- устройство защиты при обрыве фазы фидера питания “питание с берега” типа ЗОФН.

СУ СЭЭС типа “ИЖОРА – М”

СУ "Ижора – М" предназначена для дистанционного автоматизированного управления.

СЭЭС СУ "Ижора-М" обеспечивает:

- запуск и подключение резервного генератора при нагрузке работающего более 90% от номинальной величины или обесточивании шин ГРЩ;
- автоматическую разгрузку работающих генераторов путём отключения неответственных приемников в две очереди при нагрузке более 110% и двух групп сразу при нагрузке более 130%;
- автоматическую точную синхронизацию генераторов;
- автоматический перевод нагрузки;
- контроль сопротивления изоляции и параметров ГА;
- контроль параметров приводного двигателя ГА;
- управление работой ГА.

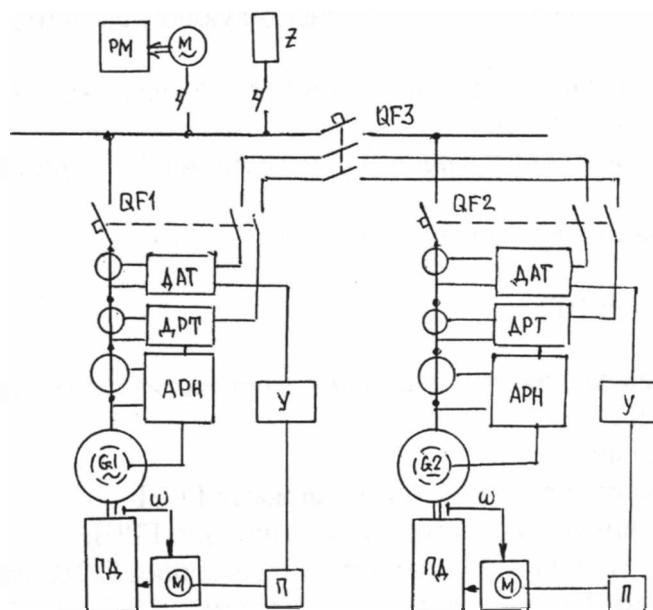


Рис. 5. Параллельная работа синхронных генераторов

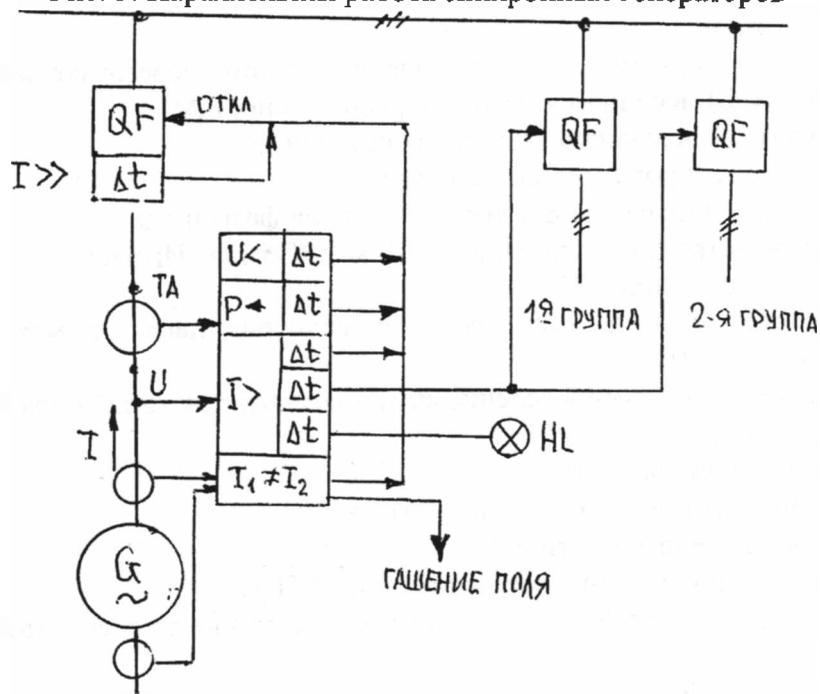


Рис. 6. Защита генератора

# ДАТЧИКИ И ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ (САУ)

## ДАТЧИКИ САУ

### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Датчиком в системе автоматического управления принято называть устройство, которое преобразует входную величину в выходной сигнал, удобный для дальнейшей обработки и передачи на расстояние.

В простейшем случае функции датчика может выполнять первичный измерительный преобразователь. В большинстве случаев датчик состоит из целого ряда элементарных преобразователей. По виду входной величины датчики подразделяют на датчики перемещения, давления, расхода крутящего момента, температуры, угла рассогласования и т.д. Преобразование одних и тех же величин может осуществляться датчиками, основанными на различных принципах действия. По виду выходного сигнала датчики делятся на электрические и неэлектрические.

При помощи датчиков автоматическая система управления получает информацию, необходимую для решения поставленной перед ней задачи, поэтому они являются одними из важнейших элементов автоматики и входят в состав любой САУ.

### СЕЛЬСИНЫ

**Принцип действия и устройство сельсинов.** Сельсинами называются электрические машины переменного тока, обладающие способностью самосинхронизации. Сельсины имеют две обмотки: обмотку возбуждения и обмотку синхронизации.

В зависимости от числа фаз обмотки возбуждения различают трехфазные и однофазные сельсины. В судовых автоматических системах контроля и регулирования нашли применение однофазные сельсины. Обмотка синхронизации выполняется по типу трехфазных обмоток, фазы которых сдвинуты в пространстве на  $120^\circ$  и соединены между собой в звезду. Разомкнутые точки фаз обмотки синхронизации назовем началами, а замкнутые – концами обмотки.

Однофазные сельсины по конструкции делятся на контактные и бесконтактные. Контактные сельсины обычно имеют явнополюсную магнитную систему. Обмотка возбуждения сельсина ОВ выполняется сосредоточенной и располагается на полюсах статора или ротора (рис.1). Обмотка синхронизации ОС выполняется распределенной и в зависимости от расположения обмотки возбуждения размещается на роторе или статоре.

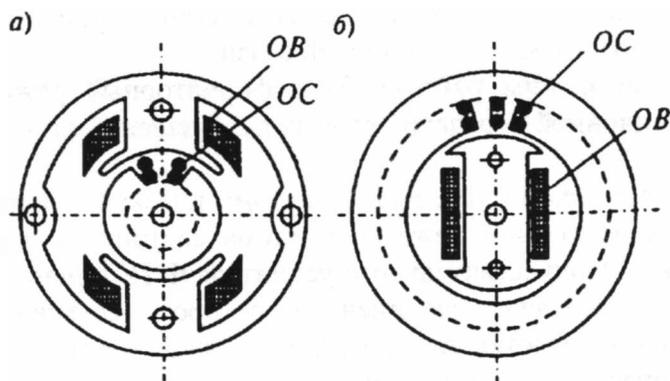


Рис. 1. Контактные сельсины: а) с обмоткой возбуждения на статоре; б) с обмоткой возбуждения на роторе.

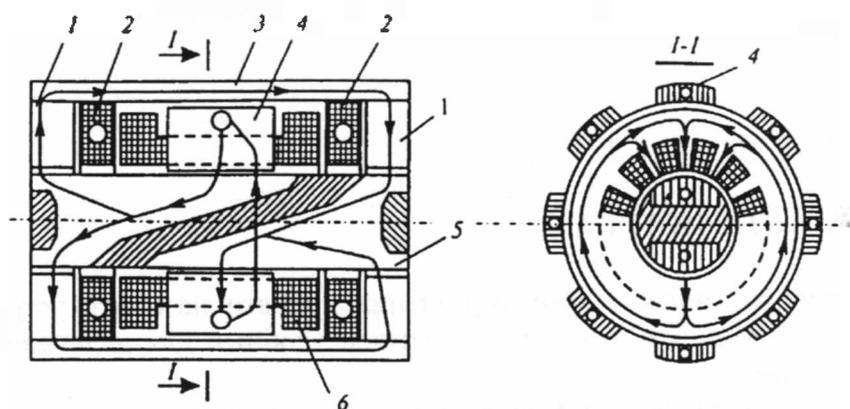


Рис. 2. Бесконтактный сельсин

На рис.2 показана магнитная цепь бесконтактного сельсина. Бесконтактный сельсин имеет две обмотки: обмотку возбуждения и обмотку синхронизации. Трехфазная обмотка синхронизации 6 расположена в пазах статора 4. Однофазная обмотка возбуждения состоит из двух кольцеобразных катушек 2, охватывающих ротор 5. Катушки расположены между статором 4 и кольцевыми сердечниками 1, к которым примыкают стержни внешнего магнитопровода 3. Катушки соединяются между собой последовательно согласно. Статор, кольцевые сердечники и стержни внешнего магнитопровода набираются из листовой электротехнической стали. Ротор 5 состоит из двух пакетов, набранных из листовой электротехнической стали и разделенных между собой немагнитным промежутком.

В автоматических системах сельсины обычно используются в паре: сельсин-датчик (СД) и сельсин-приемник (СП). Различают два основных режима работы сельсинов: индикаторный и трансформаторный. Для обоих режимов работы применяют следующие режимы включения: парную (СД-СП) и многократную (СД-несколько СП). Однофазные сельсины в обоих режимах работы могут использоваться в качестве как СД, так и СП, но с учетом специфических требований выпускаемые сельсины предназначаются для работы только в качестве СД или СП. В судовых автоматических системах регулирования встречается одиночный режим работы сельсинов.

**Индикаторный режим работы.** Индикаторный режим работы сельсинов используется для дистанционной передачи угловых перемещений при незначительном моменте сопротивления. В судовых автоматических системах контроля индикаторный режим работы применяется в машинных телеграфах, указателях положения пера руля, указателях направления вращения и нагрузки главных судовых дизелей, репитерах гирокомпыаса. На рис.3 показана простейшая схема включения сельсинов в индикаторном режиме. Схема состоит из двух одинаковых сельсинов (приемника и датчика) и линии связи. Обмотки возбуждения приемника и датчика подключены к сети переменного тока, а обмотки синхронизации соединяются между собой линией связи.

**Трансформаторный режим работы.** Трансформаторный режим работы сельсинов применяется для дистанционной передачи угловых перемещений при значительном моменте сопротивления.

На рис.4 показана схема следящей автоматической системы с сельсинами, работающими в трансформаторном режиме. Система состоит из сельсина-датчика СД и сельсина-приемника СП, фазочувствительного усилителя ФЧУ и исполнительного двигателя ИД, вал которого механически соединен с ротором сельсина-приемника СП. В трансформаторном режиме обмотка возбуждения датчика питается от сети переменного тока. Обмотки синхронизации приемника и датчика соединены линией связи. С обмотки возбуждения приемника снимается выходной сигнал – ЭДС переменного тока, которая зависит от угла рассогласования.

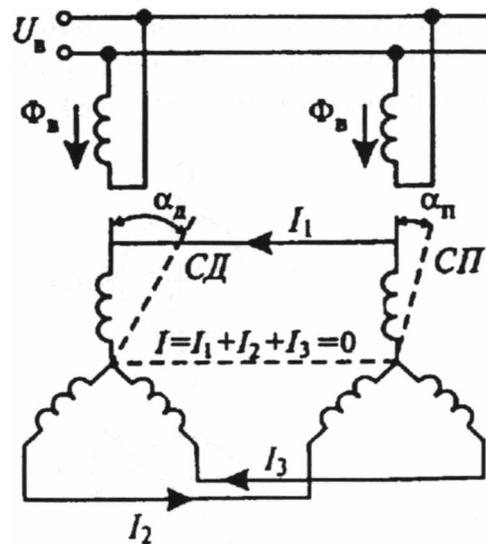


Рис.3. Схема однофазных сельсинов в индикаторном режиме

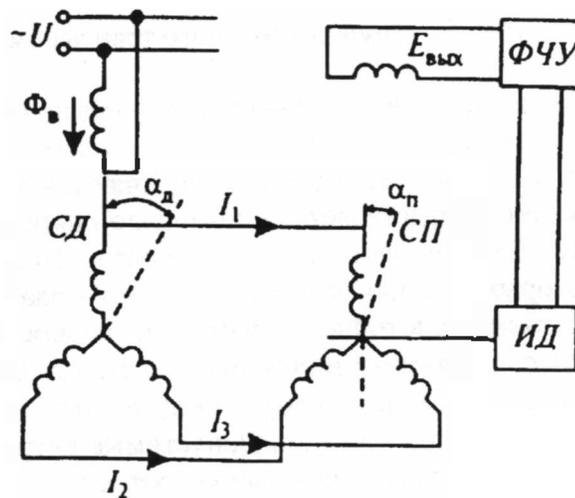


Рис. 4. Схема следящей системы с однофазными сельсинами в трансформаторном режиме

## ПОВОРОТНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ

**Устройство и принцип действия.** Поворотными трансформаторами (ПТ) называются микромашины переменного тока, служащие для преобразования угла поворота ротора  $\alpha$  в напряжение, пропорциональное некоторым функциям угла или самому углу. В зависимости от закона изменения выходного напряжения ПТ подразделяются на следующие типы:

- 1.) синусно-косинусные ПТ, позволяющие получить два выходных напряжения, одно из которых изменяется пропорционально синусу угла поворота ротора, а другое – косинусу угла;
- 2) линейные ПТ, у которых выходное напряжение изменяется по закону, близкому к линейному, в определенном диапазоне изменения угла поворота ротора.

По своей конструкции ПТ подобны асинхронным машинам с фазным ротором. На статоре и роторе размещаются по две одинаковые однофазные распределенные обмотки, сдвинутые между собой в пространстве на  $90$  эл.град (рис.5). Одна из статорных обмоток С1С2, подключаемая к сети переменного тока, называется обмоткой возбуждения. Вторая статорная обмотка С3С4 называется компенсационной. Одна из роторных обмоток Р1Р2

называется синусной, а вторая РЗР4 - косинусной. Статорные обмотки имеют одинаковое число витков ( $\omega_B = \omega_K = \omega_C$ ) и одинаковые активные и реактивные сопротивления. Роторные обмотки также выполняются одинаковыми ( $\omega_S = \omega_C = \omega_P$ ).

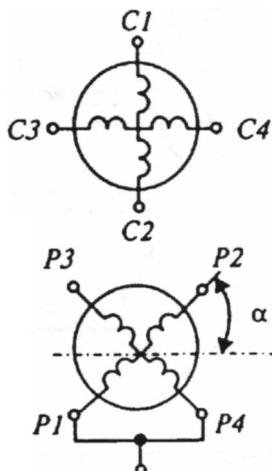


Рис. 5. Схема поворотного трансформатора

Магнитная система ПТ набирается из листовой электротехнической стали или пермаллоя. Роторные обмотки подсоединяются к контактным кольцам. Для уменьшения числа контактных колец концы роторных обмоток присоединяются к одному общему кольцу. В некоторых случаях токосъем осуществляется с помощью спиральных пружин, но при этом ротор нельзя повернуть больше чем на 1,8 оборота. Получили распространение и бесконтактные ПТ, в которых питание к обмотке ротора подается с помощью кольцевых трансформаторов, расположенных в торцевых частях. Основное свойство ПТ заключается в том, что при повороте ротора взаимная индуктивность между обмотками статора и ротора должна изменяться по строго гармоническому закону от угла  $\alpha$ . Угол  $\alpha$  отсчитывается от поперечной оси ПТ до оси синусной обмотки. Допустимые погрешности во многих случаях не должны превышать 0,01%. ПТ всех типов выполняются с номинальной частотой не ниже 400 Гц.

**Синусно-косинусный поворотный трансформатор.** Схема синусно-косинусного поворотного трансформатора (СКПТ) показана на рис.6. К роторным обмоткам подключена внешняя нагрузка.

На выходе СКПТ выходное напряжение изменяется по синусоидальному и косинусоидальному законам от угла поворота ротора.

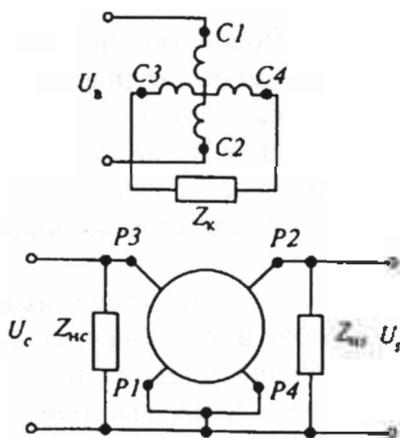


Рис. 6. Схема синусно – косинусного поворотного трансформатора



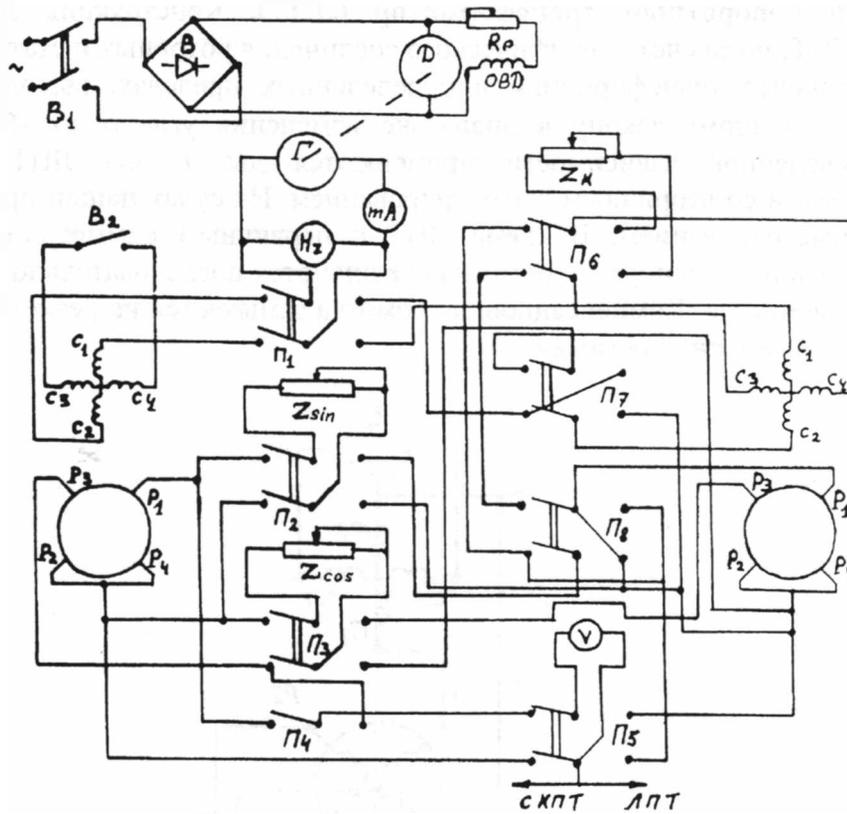


Рис. 8. Схема стенда для исследования характеристик СКПТ и ЛПТ

Таблица 2

Режим СКПТ	$\alpha$	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
Комбинированное симметрирование	$U_s$													
	$U_c$													

Снять статическую характеристику  $U = f(\alpha)$  ЛПТ для первичного симметрирования. Для этого поставить переключатели стенда в соответствии с положениями схемы 2 (табл.1). Задавая значения угла поворота ротора от  $\alpha = -90^\circ$  до  $\alpha = +90^\circ$ , записать значение выходного напряжения  $U$  в таблицу 3.

Таблица 3

Режим ЛПТ	$\alpha$	-90	-75	-60	-45	-30	-15	0	15	30	45	60	75	90
Первичное симметрирование	$U$													

По данным таблиц 2 и 3 построить соответствующие графики (рис.9).

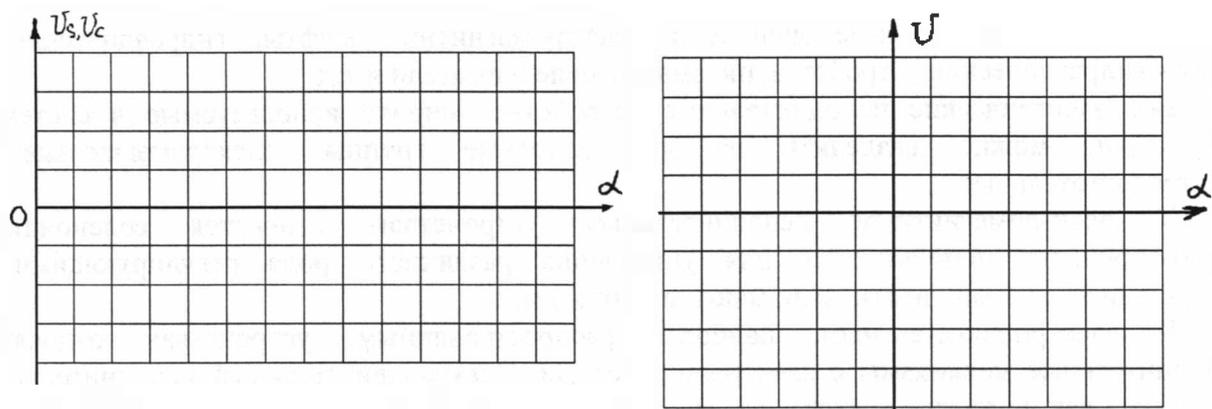


Рис. 9. Графики по данным таблиц 2 и 3

## ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ САУ

### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Исполнительным элементом (исполнительным устройством, исполнительным механизмом) в системе автоматического управления принято называть устройство, осуществляющее перемещение рабочего органа (регулирующего органа) в соответствии с управляющими сигналами, поступающими от чувствительного или управляющего элемента.

Рабочими органами могут быть различного рода дроссельные заслонки, клапаны, задвижки, рукоятки потенциометрических реостатов, антенны радиолокаторов и многие другие регулирующие и запорные органы, способные изменять количество энергии или рабочего вещества, поступающего в объект управления. При этом перемещение рабочих органов может быть как поступательным, так и вращательным в пределах одного или нескольких оборотов.

Широкое распространение имеют исполнительные устройства, состоящие из следующих элементов:

а) исполнительного двигателя, служащего источником силового воздействия на рабочий орган;

б) передаточно-преобразовательного устройства (различного рода реакторы, храповики, муфты и т.д.), располагающегося между исполнительным двигателем и рабочим органом системы и предназначенного для получения определенной скорости, направления или характера движения последнего;

в) конечных выключателей, предназначенных для осуществления автоматической остановки или переключения исполнительного устройства в конечных или промежуточных (при наличии необходимости) положениях;

г) системы управления, включающей необходимую аппаратуру пуска, реверсирования, остановки, регулирования скорости, программирования (контакторы, пускатели, реле, золотники, клапаны и т.п.), защиты (реле максимального тока, предохранительные и запорные клапаны, реле давления и т.п.) и сигнализации (световые и звуковые сигнальные устройства). Во многих случаях в функциональную схему исполнительного устройства могут входить и усилительные элементы (усилители), элементы обратной связи по скорости исполнительного двигателя и положению выходного органа, указатель его положения и др. В некоторых исполнительных устройствах судовых систем автоматического управления отдельные элементы могут отсутствовать.

В исполнительных устройствах используются электромагниты постоянного и переменного тока, электродвигатели постоянного тока, двухфазные электродвигатели

переменного тока, шаговые двигатели, электромагнитные муфты, гидравлические и электрогидравлические устройства, пневматические двигатели и т.д.

Все электрические исполнительные устройства, широко используемые в системах автоматики, можно разделить на две основные группы: электромагнитные и электродвигательные.

К электромагнитным исполнительным устройствам относятся соленоидные электроприводы, используемые для управления различного рода регулирующими и запорными клапанами, вентилями, золотниками и т.п.

К электродвигательным, наиболее распространенным, устройствам относятся исполнительные механизмы с электродвигателями. Электродвигательный исполнительный механизм, как правило, состоит из двигателя, редуктора и тормоза (последний иногда отсутствует). Сигнал управления одновременно поступает к двигателю и тормозу, механизм растормаживается, и двигатель приводит в движение выходной орган. При исчезновении сигнала двигатель выключается, а тормоз останавливает механизм.

Простота схемы при малом числе элементов, участвующих в формировании регулирующего воздействия, и хорошие эксплуатационные свойства сделали управляемые двигатели основой создания исполнительных устройств современных систем автоматического управления.

В последнее время все более широкое распространение получают бесконтактные электрические исполнительные устройства, обладающие повышенной надежностью и позволяющие сравнительно просто получать как постоянную, так и переменную скорость перемещения рабочего органа. Отсутствие контактных аппаратов в рассматриваемых исполнительных устройствах является важнейшим их достоинством с точки зрения эксплуатации в судовых условиях.

Исполнительными, или управляемыми, двигателями называются электрические машины, предназначенные для преобразования электрического сигнала - амплитуды или фазы напряжения управления - в частоту вращения или угол поворота вала.

Большинство исполнительных двигателей имеют две обмотки. К одной из них, обмотке возбуждения, постоянно подается питание из сети, к другой, обмотке управления, электрический сигнал подается лишь тогда, когда необходимо осуществить вращение или поворот вала.

В настоящее время в качестве электрических исполнительных двигателей используются двухфазные асинхронные двигатели, двигатели постоянного тока с независимым возбуждением или постоянными магнитами, шаговые двигатели, электромагнитные муфты.

## ДВУХФАЗНЫЕ АСИНХРОННЫЕ ДВИГАТЕЛИ

**Общие понятия.** В качестве исполнительных двигателей переменного тока основное применение нашли двухфазные асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором (рис.10).

Исполнительный двигатель имеет две статорные обмотки, расположенные в пространстве под углом  $90^\circ$  относительно друг друга. Одна обмотка постоянно питается от сети напряжением  $U_B$  и называется обмоткой возбуждения. К другой обмотке - обмотке управления - подается управляющее напряжение  $U_y$ .

В зависимости от конструкции короткозамкнутого ротора исполнительные двигатели бывают с полым немагнитным ротором, с обычным короткозамкнутым ротором, с полым ферромагнитным ротором и с массивным ферромагнитным ротором.

На судах в основном применяют двухфазные асинхронные двигатели с полым ротором. Выпускаются двигатели мощностью от десятых долей ватта до нескольких сотен ватт. Двигатели применяются при промышленной частоте (50 Гц) и повышенных частотах (200, 400, 500 и 1000 Гц). Конструктивное устройство двигателя представлено на рис.10,а.

Двигатель имеет два статора (внешний 1 и внутренний 2); ротор 7, выполненный в виде полого немагнитного цилиндра; корпус 6; подшипниковые щиты 4.

Полый ротор 7 выполняется из сплавов алюминия. Своим дном ротор жестко крепится к валу 5. Толщина стенок ротора в зависимости от мощности двигателя колеблется в пределах от 0,2 до 1,0 мм.

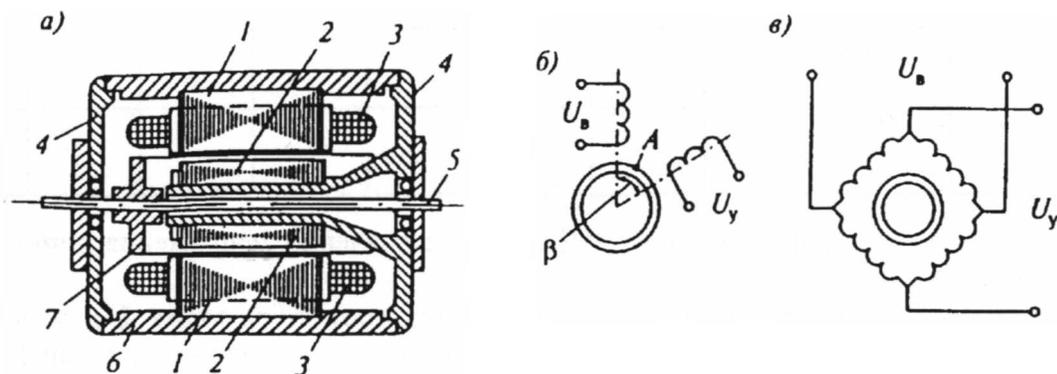


Рис. 10. Двухфазный асинхронный исполнительный двигатель: а). конструкция; б,в). схемы соединения обмоток

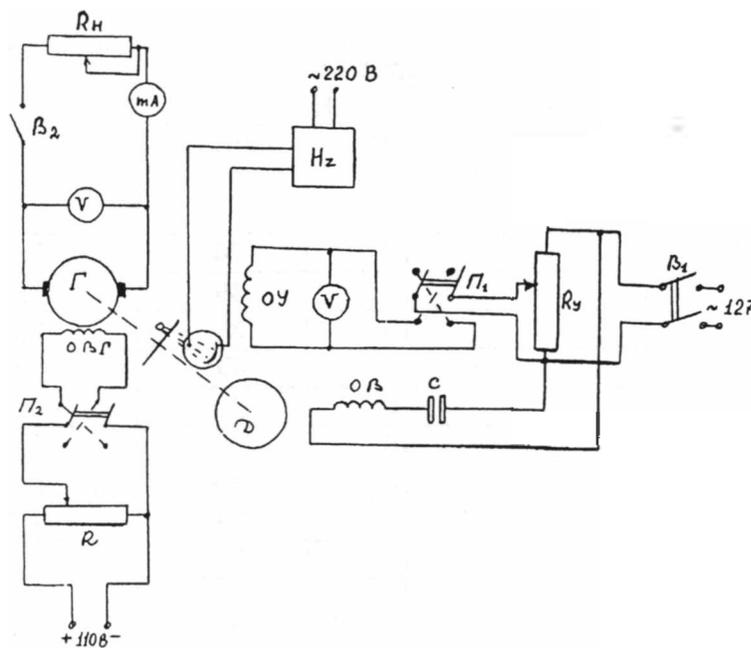


Рис. 11. Схема стенда для исследования характеристик двухфазного АД

На рис.11 приведена схема стенда для исследования характеристик двухфазных асинхронных исполнительных двигателей (ИД) с полым немагнитным ротором.

Включив выключатель В1 и задаваясь различными значениями напряжения  $U_y$  в обмотке управления (с помощью  $R_y$ ), снять регулировочную характеристику двигателя при холостом ходе. Опыт провести для двух направлений вращения ИД - прямого и обратного. Реверс двигателя осуществляется изменением фазы напряжения на  $180^\circ$  с помощью переключателя П1. Результаты опыта занести в таблицу 4.

Таблица 4

ПН	пд	об/мин								
	U <sub>y</sub>	В								
ОН	N <sub>д</sub>	об/мин								
	U <sub>y</sub>	В								

Снять механическую характеристику ИД для двух значений напряжения управления U<sub>y</sub>: 110В и 90В.

Для этого необходимо с помощью R<sub>y</sub> установить соответствующее U<sub>y</sub>, включить нагрузку R<sub>н</sub> нагрузочного генератора (НГ) выключателем В2 и с помощью реостатов R и R<sub>н</sub> установить необходимые значения напряжения на выходе (U<sub>Г</sub>) и тока (I<sub>Г</sub>). Опыт произвести для двух направлений вращения двигателя - прямого и обратного. Данные опытов занести в таблицу 5.

Таблица 5

Направление вращения	U <sub>y</sub> , В	Измеряется			Вычисляется	
		ИД	НГ		P <sub>Г</sub> = U <sub>Г</sub> * I <sub>Г</sub> (Вт)	M <sub>д</sub> = $\frac{P_{Г} * 10^{-2}}{5,25 * n_{д}}$ (Н*м)
		пд(об/мин)	U <sub>Г</sub> (В)	I <sub>Г</sub> (мА)		
ПН	110		10	20	0,2	
			10	40	0,4	
			10	80	0,8	
			10	100	1,0	
	90		10	20	0,2	
			10	40	0,4	
			10	80	0,8	
			10	100	1,0	
ОН	110		10	20	0,2	
			10	40	0,4	
			10	80	0,8	
			10	100	1,0	
	90		10	20	0,2	
			10	40	0,4	
			10	80	0,8	
			10	100	1,0	

По данным таблиц 4 и 5 построить соответствующие графики.

#### СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

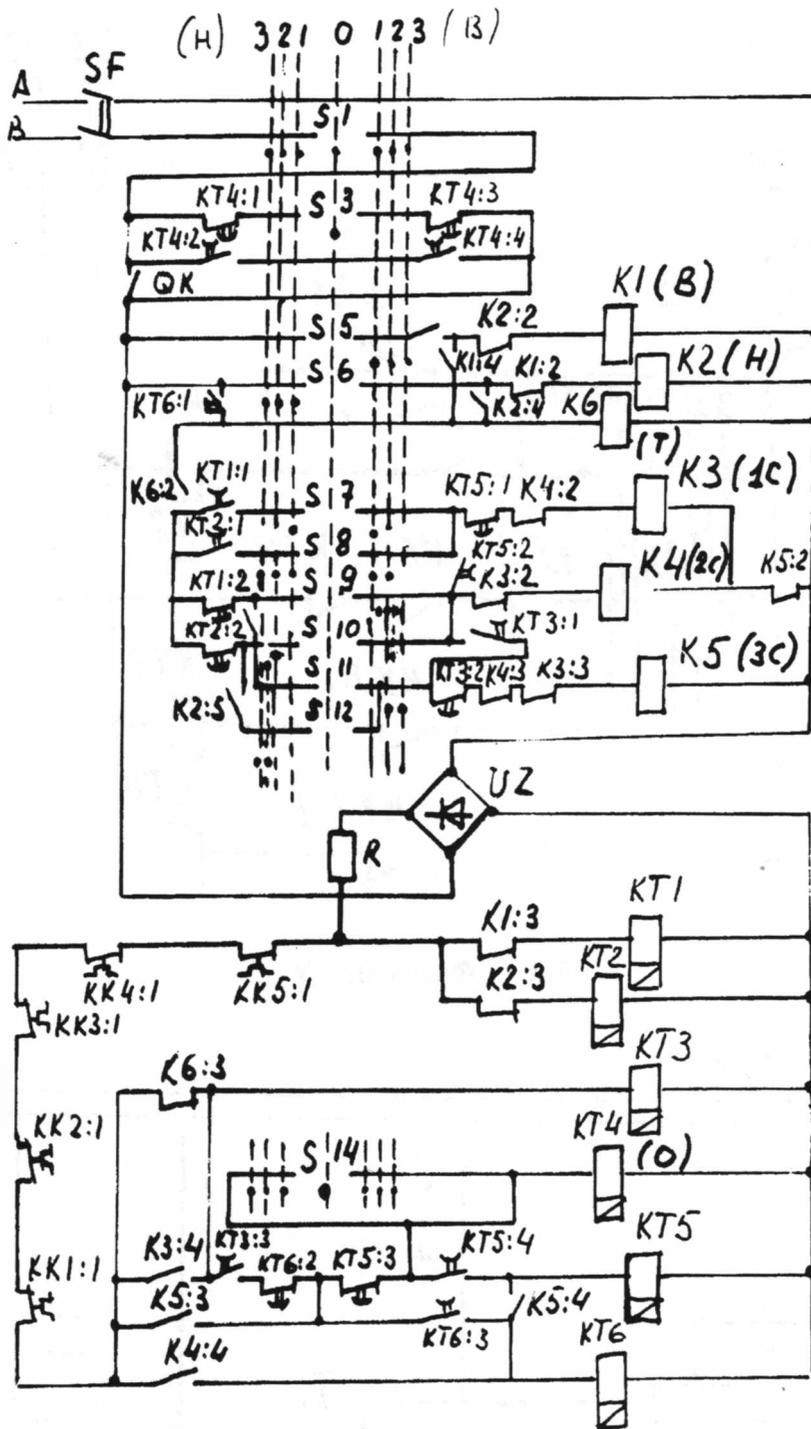


Рис. 1. Схема управления ЭП брашпиля

Таблица 1

	КТ 1	К 2	КТ 3	КТ 4
E <sub>0</sub>	1	1	1	1
E <sub>1</sub>	0	0	1	1
E <sub>2</sub>	1	0	1	1
E <sub>3</sub>	1	1	0	1
E <sub>4</sub>	0	0	1	0

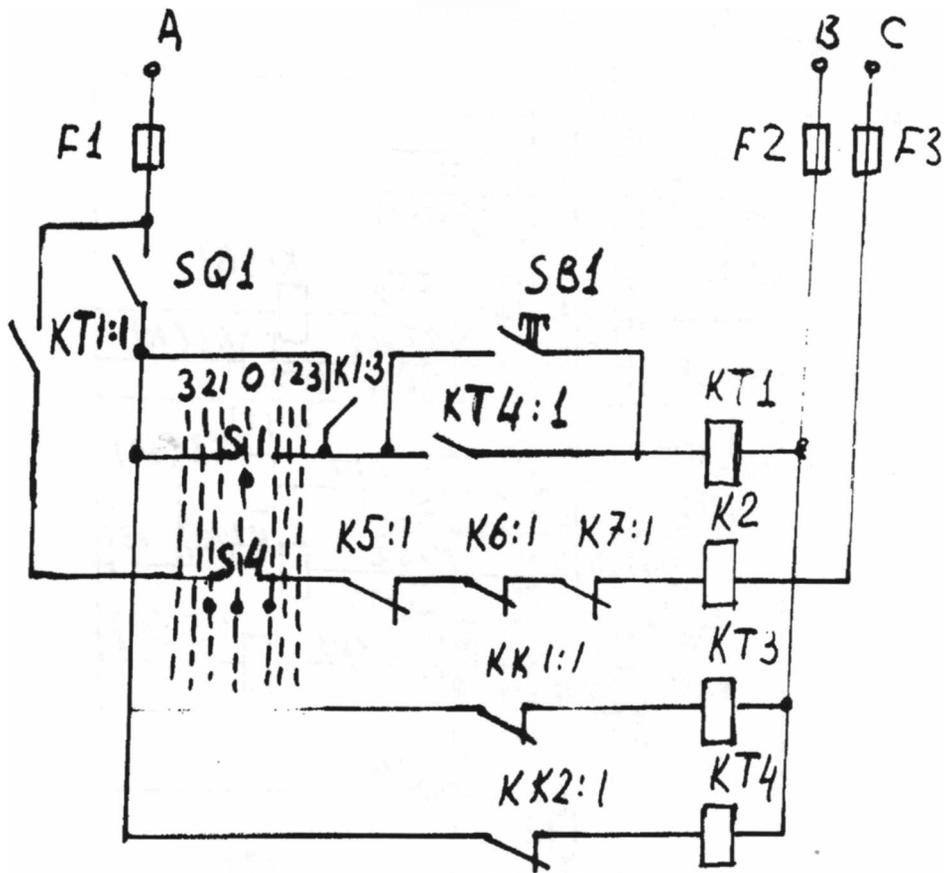


Рис. 2. Фрагмент СУ

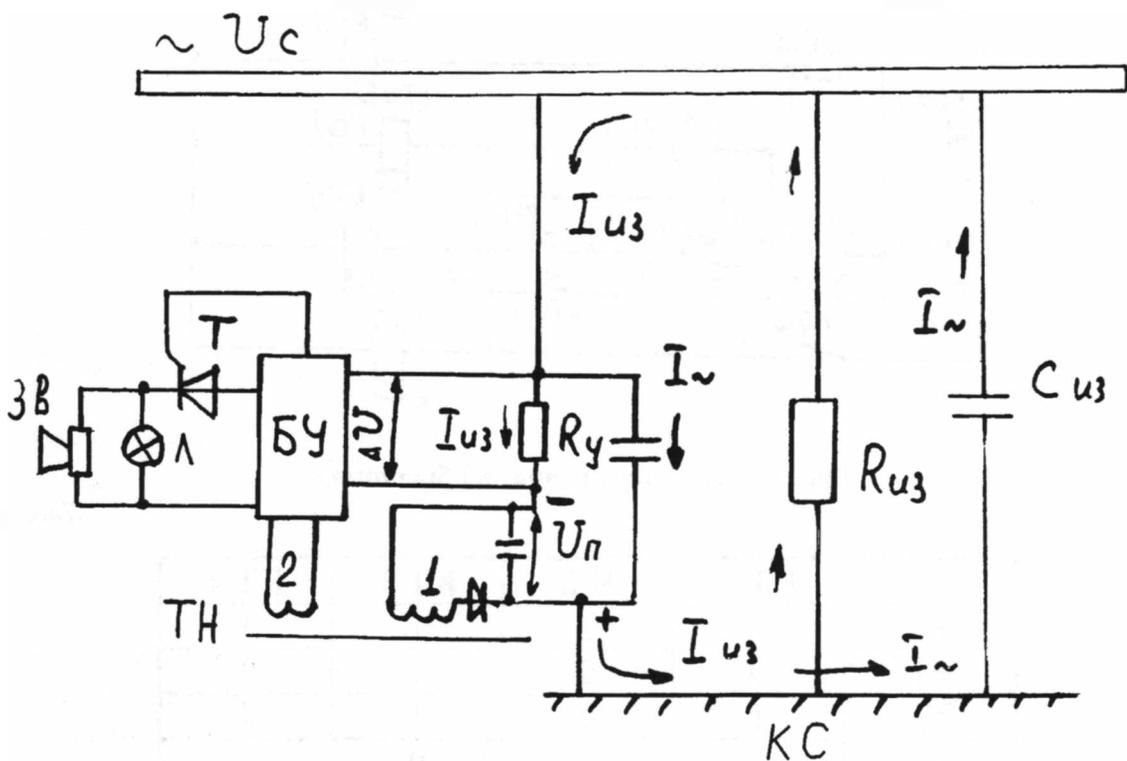


Рис. 3. Структурная схема контроля сопротивления изоляции СЭЭС переменного тока  
 ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1 ПО КУРСУ "СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ"

## Цель работы

### Ознакомление с функциональными принципами управления (регулирования) алгоритмами (законами) управления локальных систем автоматизации управления.

Обобщенная схема СДУ независимо от назначения и применяемых Функциональных элементов может быть представлена функциональной схемой (рис.1).

В данной работе исследуется автоматическая система регулирования частоты вращения двигателя постоянного тока. Выходная координата  $Y$  обозначает частоту вращения двигателя. В этом случае схема рис.1 принимает вид рис.2.

На рис.1 и рис.2 приняты обозначения:

ЗУ - задающее устройство (рис.3);

П2 (VA) - датчик тока нагрузки (рис.4);

П1 - преобразователь, регулятор нагрузки;

ЭС - элемент сравнения (сумматор, усилитель ДА2 системы управления (рис.5);

СУ - система управления, формирующая тот или иной закон управления - тилевые регуляторы (рис.5);

ОУ - объект управления;

РО - регулирующий орган, состоящий из электромашинного усилителя;

ИУ - исполнительное устройство (двигатель М1);

ОС (ЧЭ) - обратная связь (чувствительный элемент), может быть тахосистемой или тахогенератором;

$X, X_1$  - задающие (входные) воздействия;

$Z, Z_1, Z_2$  - возмущающие воздействия;

$U, U_1, U_2$  - управляющие воздействия;

$Y, Y_1$  - управляемые (выходные) величины.

На рис.6 показана схема источника питания. Принципиальная схема лабораторного стенда приведена на схеме рис.7.

## Порядок выполнения исследования

1. Снять статическую (механическую) характеристику  $\omega = f(I_a)$  при отсутствии автоматического регулирования. Выключатели S4 и S5 выключены (рис.2 и рис.7). Данные занести в таблицу 1.

Таблица 1

$I_a$	A						
$T$	B						
$\omega$	$c^{-1}$						

2. Снять статическую характеристику  $\omega = f(I_a)$  при наличии регулирования по возмущению. Включен выключатель S4 (рис.2 и рис.7), выключатель S5 отключен. Характеристики снять при нескольких значениях сопротивления R6 (рис.4). Обеспечить инвариантность САР. Данные занести в таблицы, аналогичные таблице 1.

Таблица 2

Ia	A						
тг	B						
$\omega$	c <sup>-1</sup>						

3. Снять статическую характеристику  $\omega = f(Ia)$  при наличии регулирования при помощи обратной связи. Включен выключатель S5 (рис.2 и рис.7), выключатель S4 выключен. Данные занести в таблицу 3.

Таблица 3

Ia	A						
тг	B						
$\omega$	c <sup>-1</sup>						

4. Снять статическую характеристику  $\omega = f(Ia)$  при комбинированном регулировании. Выключатели S4 и S5 (рис .2 и рис.7) включены. Данные занести в таблицу 4.

Таблица 4

Ia	A						
тг	B						
$\omega$	c <sup>-1</sup>						

5. Снять статическую характеристику  $\omega = f(Ia)$  при комбинированном регулировании аналогично п.4, но с ПИ-регулятором. Данные занести в таблицу 5.

Таблица 5

Ia	A						
тг	B						
$\omega$	c <sup>-1</sup>						

6. Снять статического характеристику  $\omega = f(Ia)$  при комбинированном регулировании аналогично п.4, но с И-регулятором. Данные занести в таблицу, аналогичную 6.

Ia	A						
TГ	B						
$\omega$	$c^{-1}$						

7. По данным таблиц, построить характеристики. Определить статическую ошибку и статизм САР.

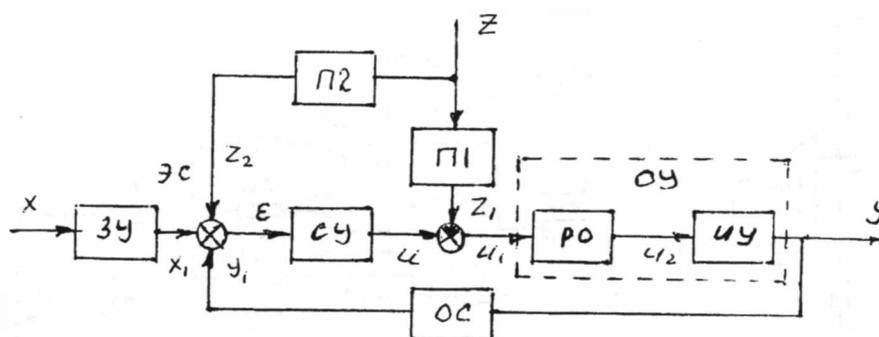


Рис. 1. Обобщенная функциональная схема САР

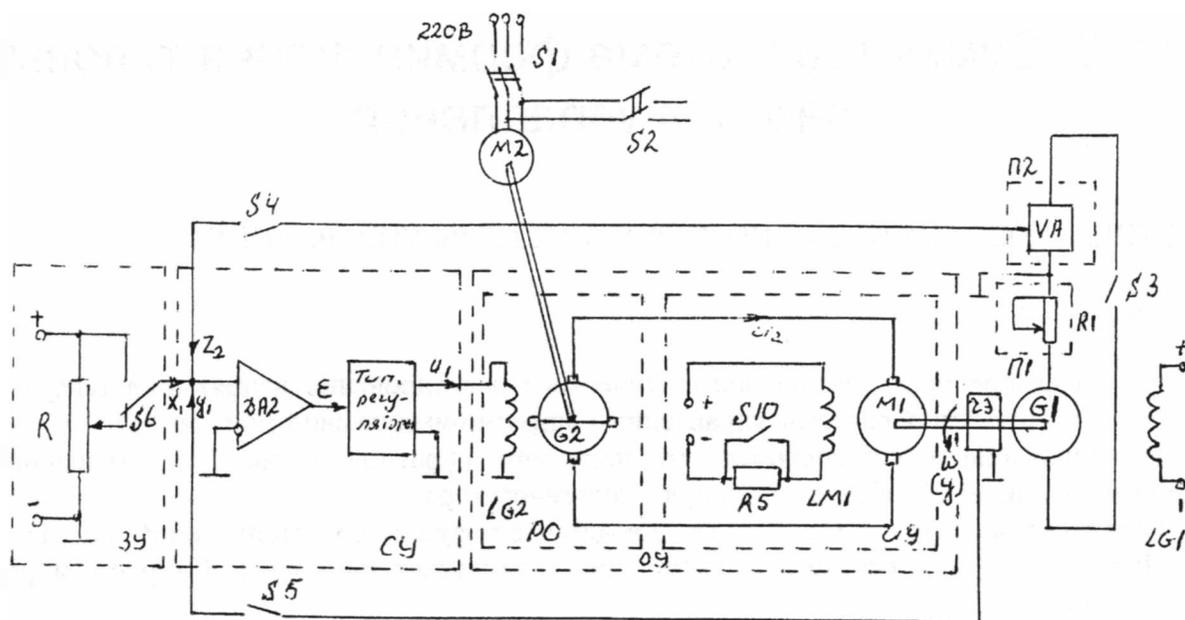


Рис. 2. САР частоты вращения двигателя постоянного тока

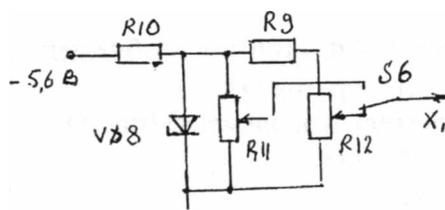


Рис. 3. Задающее устройство

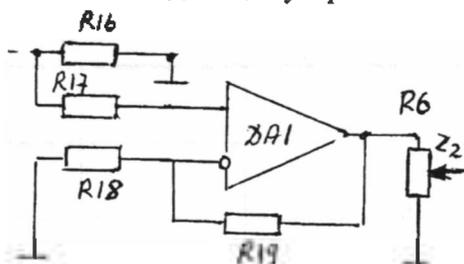


Рис. 4. Датчик тока

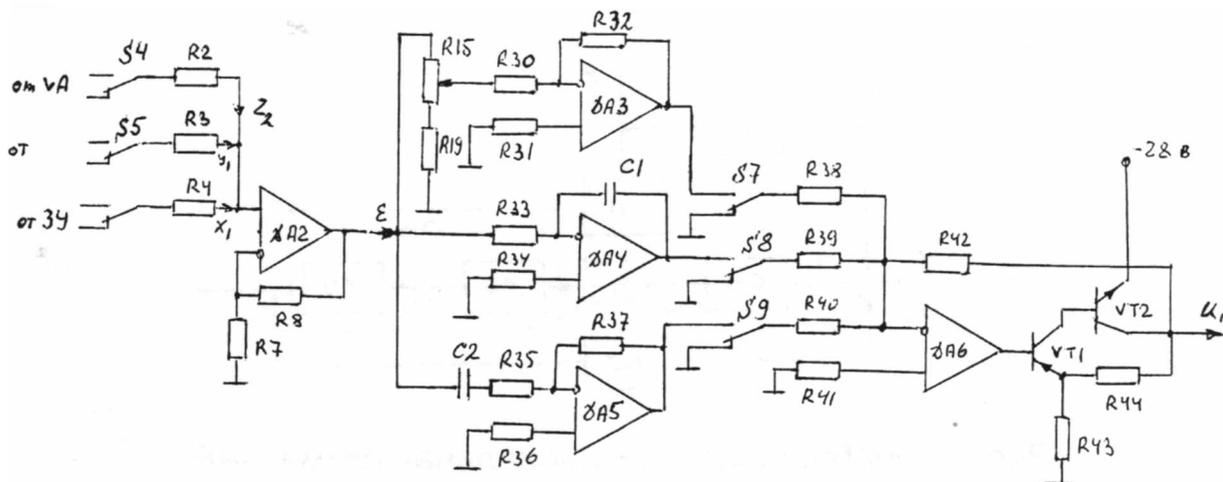


Рис. 5. Сумматор и схема формирования типовых законов управления

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2 ПО КУРСУ “СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ”

### Цель работы

Экспериментальное исследование автоматического регулирования напряжения генератора при помощи импульсной системы управления с широтно-импульсной модуляцией.

Регулирование осуществляется по принципу обратной связи (по отклонению). Выходная координата  $Y$  обозначает напряжение генератора.

Обобщенная схема САР может быть представлена функциональной схемой (рис. 1).

Применительно к работе №2 схема рис.1 принимает вид рис.2. На рис.1 и рис.2 приняты обозначения:

ЗУ - задающее устройство;

СУ - система управления, состоящая из блока типовых регуляторов (рис.3), широтно-импульсного регулятора ШИМ (рис.4);

ОУ - объект управления;

РО - регулирующий орган, состоящий из обмотки возбуждения LG генератора G;

ИУ - исполнительное устройство (генератор G);

ОС (ЧЭ) - обратная связь (чувствительный элемент) (рис.5);

$X, X_1$  - задающие (входные) воздействия;

$Z, Z_1$  - возмущающие воздействия;

$U, U_1$  - управляющие воздействия;

$Y, Y_1$  - управляемые (выходные) воздействия.

На рис.6 показана схема источника питания. Принципиальная схема лабораторного стенда данной работы приведена на схеме рис.7.

## Порядок выполнения исследования

1. Снять статические характеристики генератора  $U_g = f(I_n)$  (внешние характеристики генератора). Результаты измерений занести в таблицу 1. Построить характеристику и по ней определить коэффициент передачи генератора по возмущению  $K_n$ .

Таблица 1

$I_n$	мА						
$U_g$	В						

2. Определение статической точности замкнутой импульсной САР. Включить S5 в положение ШИМ, установить пропорциональное управление. Снять характеристику  $U_g = f(I_n)$ . Данные занести в таблицу 2.

Таблица 2

$I_n$	А						
$U_g$	В						
$\Delta U$	В						

3. Провести исследование астатической САР напряжения генератора. Включать И-закон управления, включив 6. Данные занести в таблицу 3.

Таблица 3

$I_n$	А						
$U_g$	В						
$\Delta U$	В						

4. Привести графики напряжения на выходе ШИМ для двух различных  $\gamma$ ,

где  $T_u$  - длительность импульса;

$T$  - период следования импульсов;

$\gamma$  - скважность.

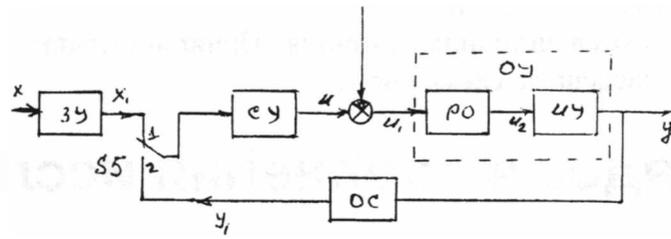


Рис. 1. Обобщенная функциональная схема САР

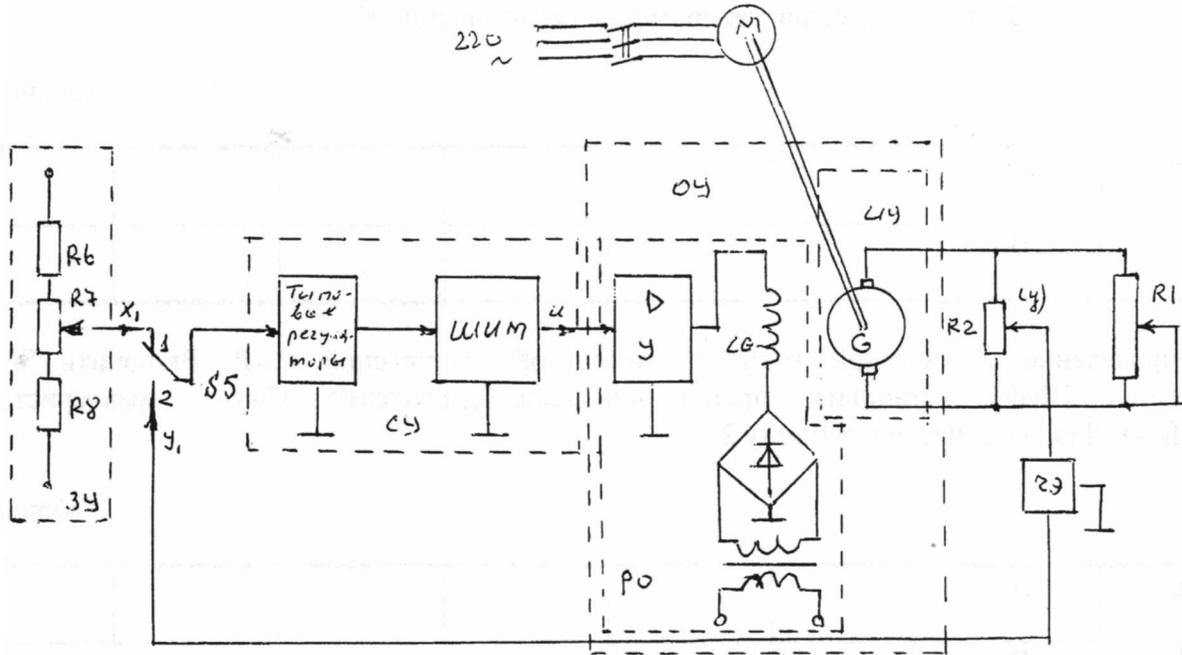


Рис. 2. САР напряжения генератора постоянного тока

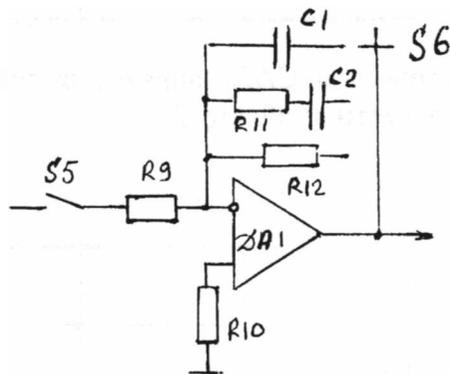


Рис. 3. Схема формирования типовых законов управления

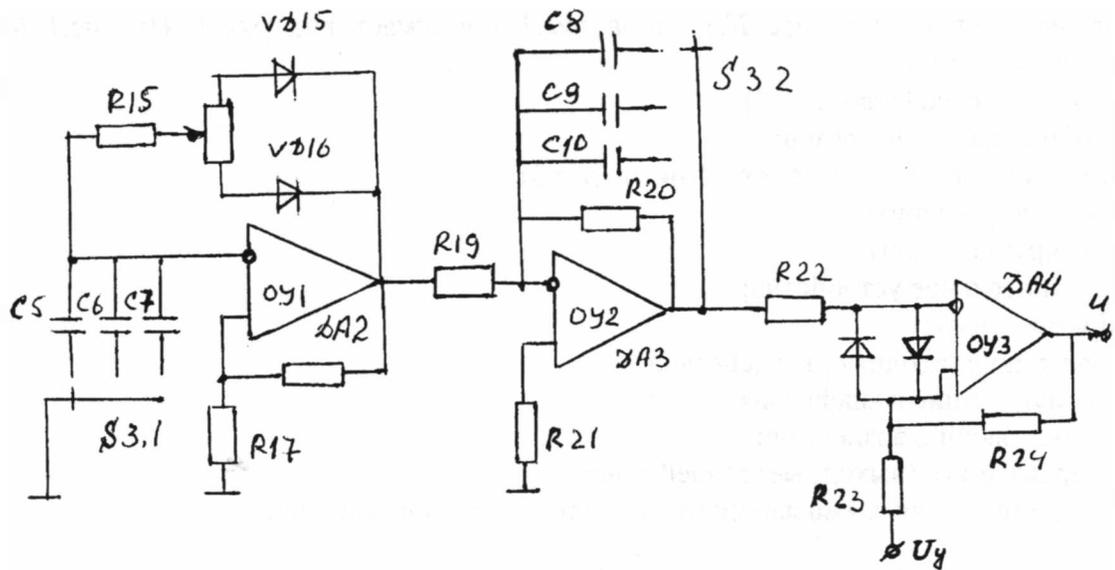


Рис. 4. Схема широтно - импульсного модулятора

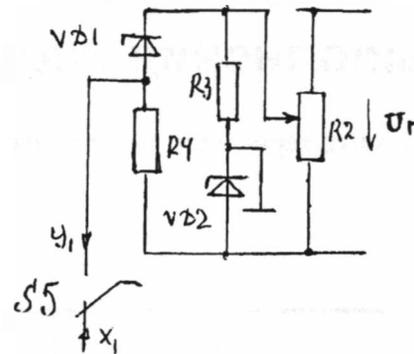


Рис. 5. Чувствительный элемент

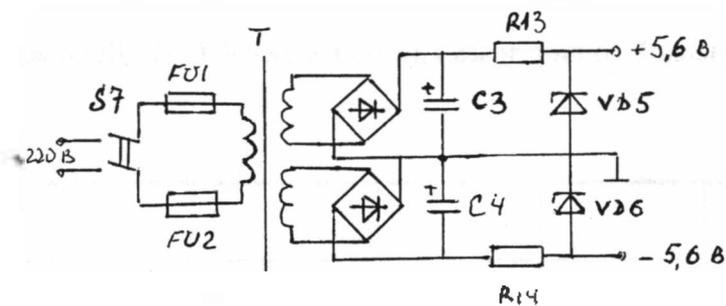


Рис. 6. Схема источника питания

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3 ПО КУРСУ "СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ"

### Цель работы

Исследование автоколебаний в нелинейной автоматической системе регулирования напряжения генератора постоянного тока.

Регулирование осуществляется по принципу обратной связи по отклонению.

Обобщенная схема САР может быть представлена функциональной схемой (рис.1).

Выходная координата  $Y$  обозначает напряжение генератора.

Применительно к работе №3 схема рис.1 принимает вид рис.2. На рис.1 и рис.2 приняты обозначения:

ЗУ - задающее устройство (рис.2);

П1 - преобразователь нагрузки;

СУ - система управления (триггер Шмидта, рис.3);

ОУ - объект управления;

РО - регулирующий орган;

ИУ - исполнительное устройство;

ОС - обратная связь;

X, X<sub>1</sub> - задающие (входные) воздействия;

Z, Z<sub>1</sub> - возмущающие воздействия;

U, U<sub>1</sub> - управляющие воздействия;

Y, Y<sub>1</sub> - управляемые (выходные) воздействия.

Принципиальная схема лабораторного стенда приведена на рис. 4.

## Порядок выполнения исследования

1. Снять статические (внешние) характеристики генератора  $U_r = f(I_r)$ . Данные занести в таблицу 1.

Таблица 1

U <sub>r</sub>	B						
I <sub>r</sub>	A						

2. Определение статической точности замкнутой релейной САР. Данные занести в таблицу 2.

Таблица 2

U <sub>r</sub>	B						
I <sub>гз</sub>	A						

3. Установить новое значение напряжения холостого хода потенциометром R3 и снять характеристику  $U_r = f(I_r)$ . Данные занести в таблицу 3.

Таблица 3

U <sub>r</sub>	B						
I <sub>гз</sub>	A						

4. Снять кривые напряжения генератора для двух случаев нагрузки.

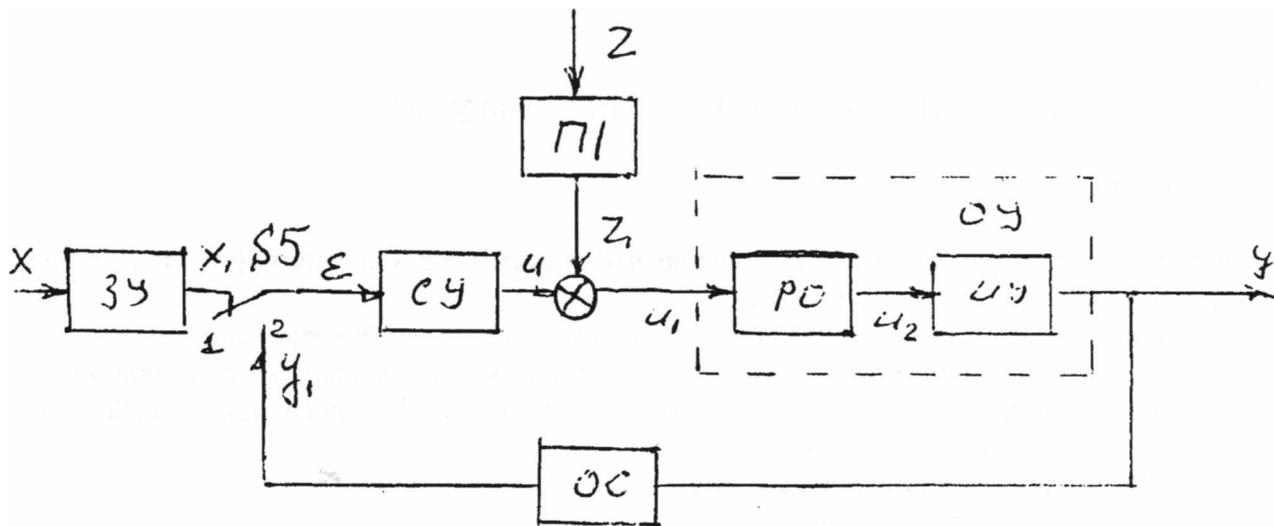


Рис. 1. Обобщенная функциональная схема САР

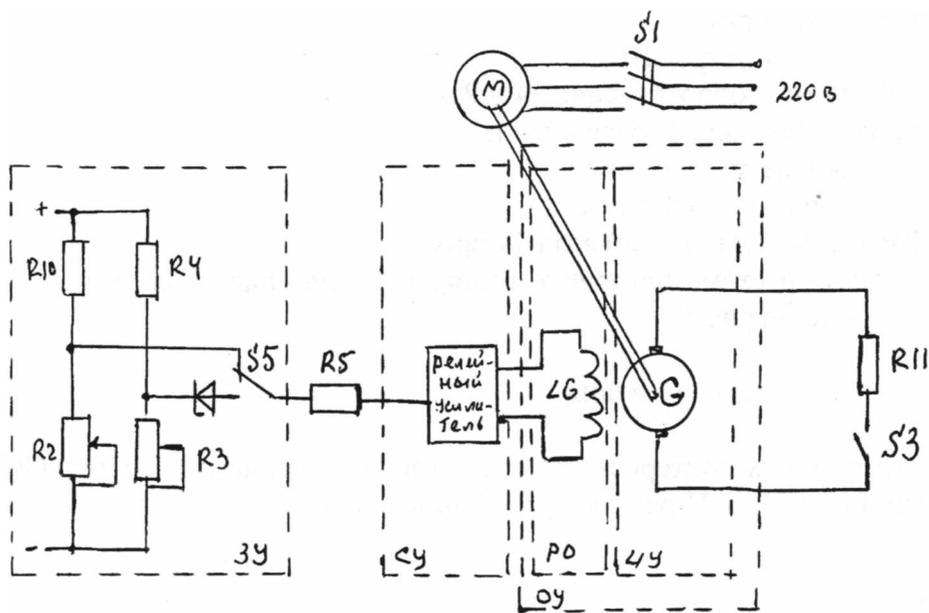


Рис. 2. Релейная САР напряжения генератора постоянного тока

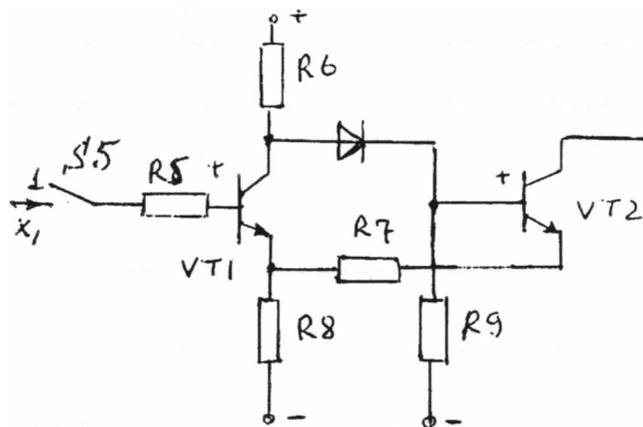


Рис. 3. Система управления. Триггер Шмидта

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4 ПО КУРСУ “СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ”

### Цель работы

Экспериментальное исследование автоматической системы стабилизации тока главной цепи электропривода в статических режимах.

Регулирование осуществляется по принципу обратной связи (по отклонению).

Обобщенная схема САР может быть представлена функциональной схемой (рис.1).

Выходная координата  $Y$  обозначает ток главной цепи. Применительно к работе №4 схема рис.1 принимает вид рис.2.

На рис.1 и рис.2 приняты обозначения:

ЗУ - задающее устройство (рис.2);

ЭС - элемент сравнения;

П1 - преобразователь нагрузки; СУ - система управления. Формирующая закон управления (типовые регуляторы (рис.3) ;

ОУ - объект управления;

РО - регулирующий орган;

ИУ - исполнительное устройство;

ОС - обратная связь (сопротивления  $R_4$  и  $R_5$ );

$X, X_1$  - задающие (входные) воздействия;

$Z, Z_1$  - возмущающие воздействия;

$U, U_1$  - управляющие воздействия;

$Y, Y_1$  - управляемые (выходные) воздействия.

На рис. 4 показана схема источника питания. Принципиальная схема лабораторного стенда приведена на схеме рис.5.

### Порядок выполнения исследования

Определение статической характеристики замкнутой автоматической системы стабилизации тока главной цепи  $I_n = f(U_r)$  с П-регулятором. Данные занести в таблицу 1.

Таблица 1

$U_r$	$B$						
$I_n$	$A$						

2. Определение статической характеристики САУ стабилизации тока главной цепи  $I_n = f(U_r)$  с ПИ-регулятором. Данные занести в таблицу 2.

Таблица 2

$U_r$	$B$						
$I_n$	$A$						

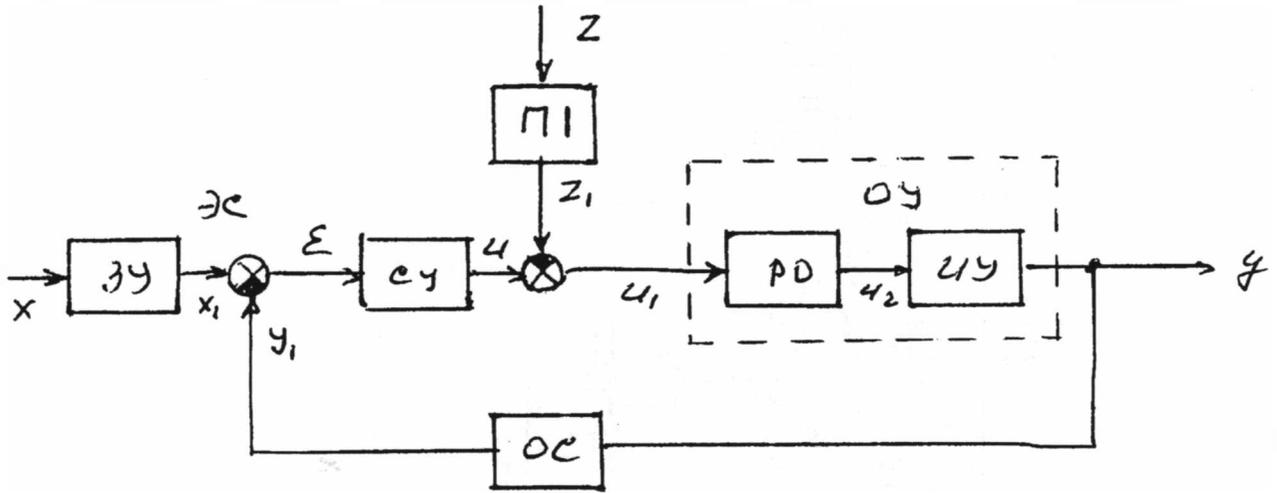


Рис. 1. Обобщенная функциональная схема САР

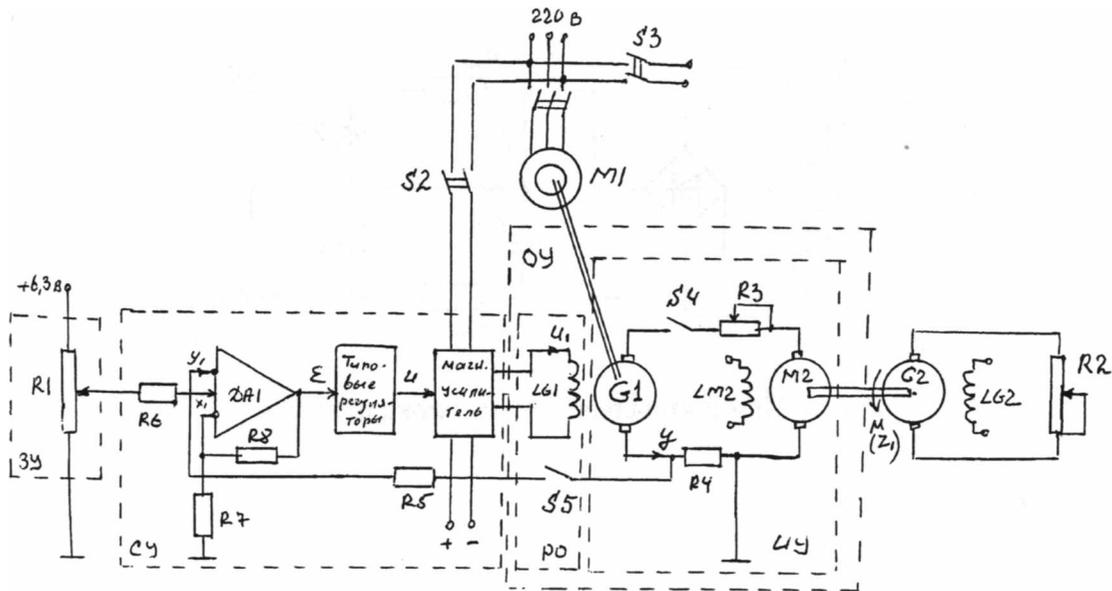


Рис. 2. САР стабилизации тока главной цепи

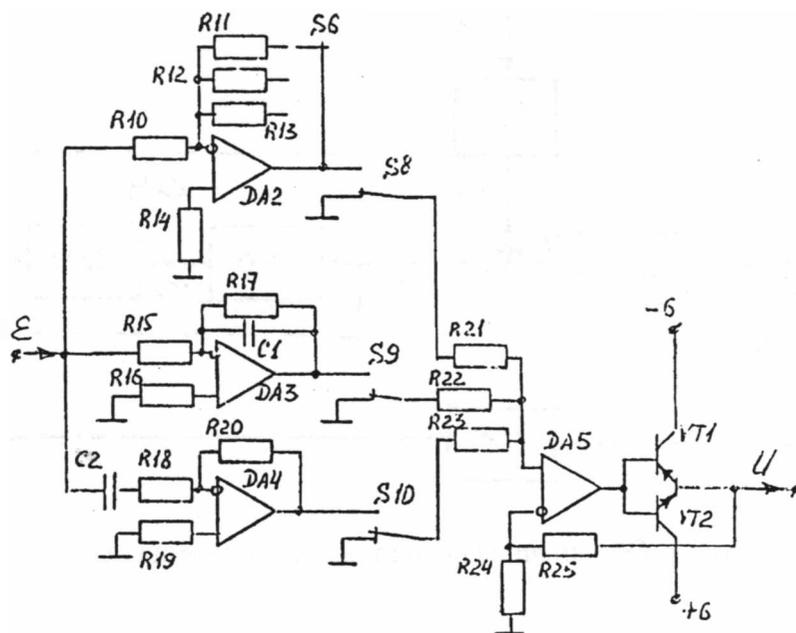


Рис. 3. Принципиальная схема блока типовых регуляторов

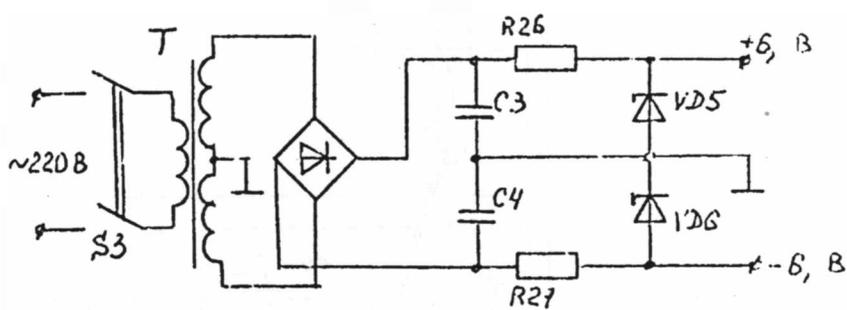


Рис. 4. Принципиальная схема блока питания

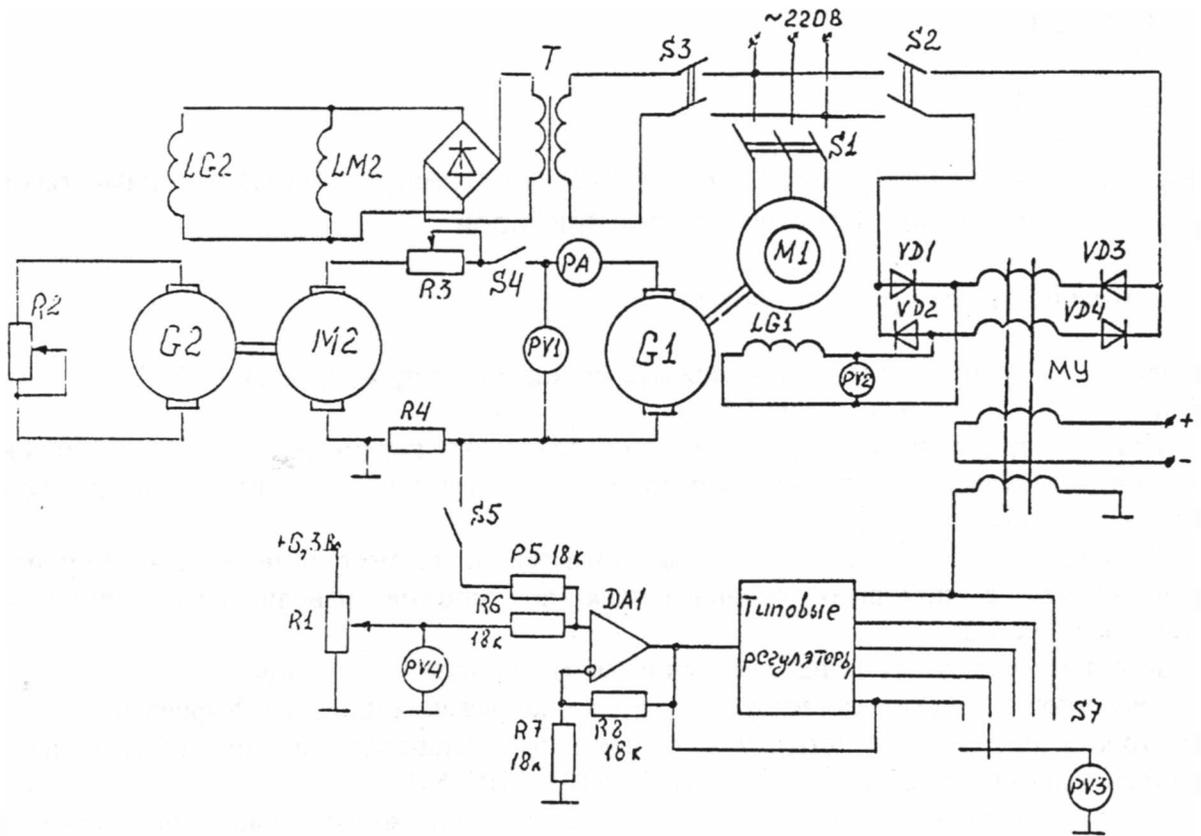


Рис. 5. Принципиальная схема САР тока

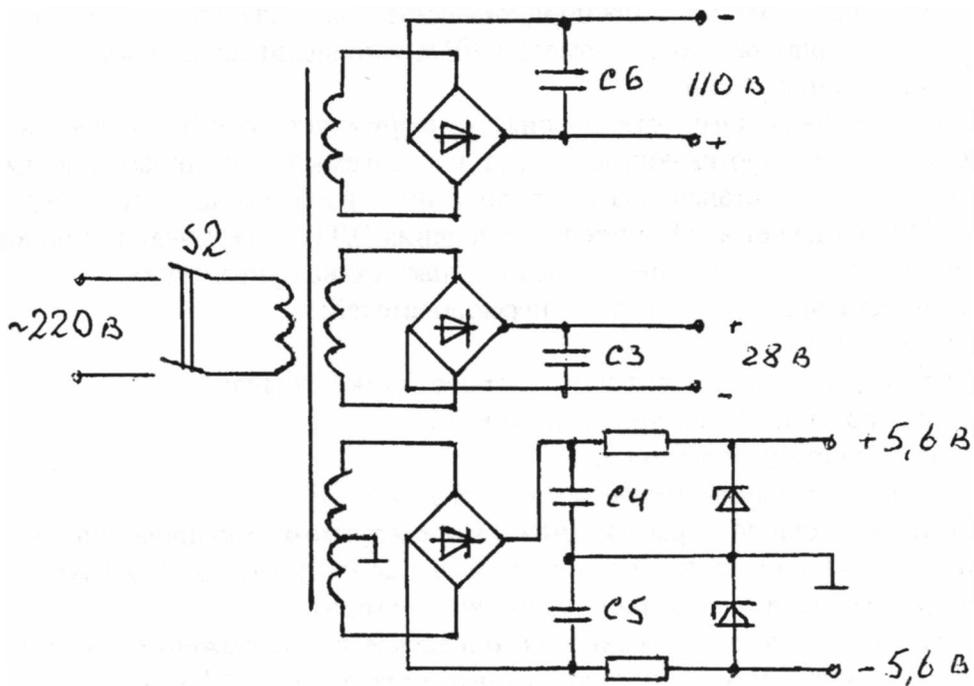


Рис. 6. Схема источника питания

## ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

### ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ: БИПОЛЯРНЫХ  
 ТРАНЗИСТОРОВ, ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ, ДИОДОВ, СТАБИЛИТРОНОВ,

## ТИРИСТОРОВ.

### Цель работы

Ознакомиться с конструкцией, принципом действия, основными параметрами и характеристиками полупроводниковых приборов.

### Описание лабораторной установки

В качестве лабораторного стенда используется характериограф-Z типа Т-4805. Блок-схема характериографа приведена на рис.1.1.

Прибор предназначен для измерения основных параметров полупроводниковых приборов и получения типовых вольтамперных статических характеристик на экране электронно-лучевой трубки.

Управление работой характериографа и измерение параметров исследуемых приборов осуществляется с помощью установленных по лицевой панели переключателей и регуляторов. Рис.1.2.

Коротко рассмотрим назначение основных функциональных узлов.

Генератор ступенек - формирует ступеньки напряжения или тока. Управление работой генератора ступенек осуществляется с помощью установленных на лицевой панели характериографа переключателей S101, S102, S103, S104, S105.

Блок питания коллекторной цепи - вырабатывает коллекторное напряжение для исследуемого полупроводникового прибора. Переключатели S201, S204, S203, P201 управляют функцией этой схемы.

Усилитель горизонтального отклонения - вырабатывает отклоняющее напряжение по горизонтальному направлению, пропорциональное напряжению  $U_{ce}$  исследуемого полупроводникового прибора. Потенциометр P301/а устанавливает положение изображения по горизонтальному направлению.

Усилитель вертикального отклонения - формирует отклоняющее напряжение, пропорциональное току, протекающему через исследуемый полупроводниковый прибор. Потенциометр P301/в устанавливает положение изображения по вертикальному направлению. S401 измеряет коэффициент отклонения ЭЛТ по вертикали, в положении NO Base Step, на базу исследуемого прибора не поступает сигнал управления.

Назначение остальных регуляторов и переключателей:

S1 - сетевой выключатель;

P507 - встроен в S1, регулирует освещение растровой сетки экрана;

P501 - регулятор яркости изображения на экране ЭЛТ;

P502 - регулятор четкости изображения;

P503 - регулятор равномерности четкости изображения на ЭЛТ.

Для индикации мощности рассеивания на исследуемом полупроводниковом приборе служат расположенные одна под другой, три лампы соответствующие 0,5 Вт, 2 Вт, 10 Вт. При мощности рассеивания  $\leq 0,1$  Вт ни одна из ламп не горит.

Максимальная мощность рассеивания определяется напряжением горизонтального отклонения (S301) и значением последовательного сопротивления (S201).

### Порядок выполнения работы

#### А. Подготовка к измерениям.

1. Перед началом измерения необходимо ознакомиться с инструкцией по эксплуатации характериографа, назначением переключателей, а также с основными техническими характеристиками исследуемого прибора.

2. Взять измерительную колодку «Test adapter» и по направляющим подсоединить ее к лицевой панели характеристикографа.

3. Открыть крышку адаптера и к разъему измерительной колодки подключить исследуемый полупроводниковый прибор. Если это диод при стабиитрон, то в разъем они подключаются к клеммам С и Е. Биполярный транзистор ножками К, Б, Э к клеммам С, В, Е соответственно. Тиристор-анод и катод к клеммам С и Е, управляющий электрод к клемме В.

4. Закрыть измерительную колодку крышкой.

5. Подключить характеристикограф к сети ~ 220 В и повернуть сетевой переключатель S1 вправо. При этом ручка регулятора T2, установленная на S202 должна быть повернута до упора влево.

6. Прибор считается работоспособным по истечении 2-х, 3-х минут после включения.

#### В. Производство измерений.

1. Для того, чтобы не допустить выхода из строя исследуемых приборов, все измерения желательно проводить на напряжениях, не превышающих области допустимых значений и на малой (0,1 Вт) максимальной мощности рассеивания.

Ниже приводится таблица 1, которая содержит значения последовательных сопротивлений, относящихся к отдельным границам мощности рассеивания в зависимости от коллекторного напряжения.

Таблица 1

S301	10 Вт	2 Вт	0,5 Вт	0,1 Вт
0,1	0	-	-	2,5
0,2	0	-	2,5	10
0,5	0	2,5	10	65
1	2,5	10	65	250
2	10	65	250	1 К
5	65	250	1 К	6,5 К
10	250	1 К	6,5 К	25 К
20	1 К	6,5 К	25 К	85 К
50	6,5 К	25 К	85 К	500 К
100	25 К	85 К	500 К	1,7 М

2. Измерение диода. Порядок производства измерений рассмотрим на примере диода типа Д102. По справочнику определим значение следующих основных параметров: максимальный средний выпрямленный ток  $I_{ср.мах} = 30$  мА, обратный ток  $I_{обр} = 0,01$  мА, обратное напряжение  $U_{обр} = 50$  В, прямое напряжение  $U_{пр} = 2$  В. На основании полученных данных и после выполнения действий по подготовке к измерениям рекомендуется следующее положение переключателей:

S202 – “+”АС (если диод подключен к разъему в соответствии с рис.1.3);

S301 – 10V/div см.табл.1.1

S201 – 25К см.табл.1.1

S401 – 5mA/div

S204 – включается на разъем, к которому подключен диод.

Поворачивая ручку T2 вправо, увеличиваем напряжение до тех пор, пока не появится изображение ВАХ диода, соответствующее рис.4.4 (кр.1 соответствует положению S202 – “+”АС, кр.2 – S202 – “-”АС).

Значения тока и напряжения легко определяются по положениям переключателей S401 и S301 соответственно.

3. Измерение стабилитрона. Порядок производства измерений тот же, что и для диода, только положение переключателя S202 для схемы подключения соответствующего рис.1.3 будет –“–AC. Изображение ВАХ стабилитрона типа КС213Б показано на рис.1.5 и соответствует положению переключателей S301, S201, S401, S204 для диода Д102.

4. Измерение транзистора. По справочнику определяются основные характеристики исследуемого транзистора: тип проводимости, коэффициент передачи тока, ток коллектора (I), напряжение коллектор-эмиттер ( $U_{ке}$ ), напряжение эмиттер-база ( $U_{эб}$ ), напряжение  $U_{кб}$ , мощность рассеяния ( $P_{рас.мах}$ , Вт). Кроме того, необходимо помнить, что исследуемый транзистор в характеристографе включается только по схеме с общим эмиттером (ОЭ). Получение статической ВАХ рассмотрим на примере транзистора ГТ308Б со следующими параметрами:  $K = 50...120$ ,  $I_k = 50$  мА,  $U_{ке} = 12$  В,  $U_{эб} = 3$  В,  $U_{кб} = 20$  В,  $P_{вых} = 0,15$  Вт.

Положение переключателей для таких параметров будет следующим:

S301 – 5V/div

S 202 – AC (т.к. транзистор имеет тип проводимости “рпр” и подключен в разъем по схеме рис.1.6)

S 201 – 25 К (см.табл.1.1)

S 401 – 10 mA/div

S102 – (-)

P103 – 4 (что соответствует количеству ступенек тока базы, как правило, количество ступенек может быть любым от 1 до 10)

S101 – в крайнем правом положении

S103 – 0,1 мА (устанавливает амплитуду ступеньки тока управления базой исследуемого транзистора –  $\Delta I_{кб}$ ).

Увеличивая напряжение регулятором Т-2, на экране осциллографа из точек должно развернуться изображение семейства ВАХ, соответствующее рис. 1.7.

Значения  $I_k$ ,  $I_b$  и  $U_{кэ}$  определяются по положениям переключателей S401, S103и S 201. В нашем случае  $I_k = 50$  мА,  $U_{кэ} = 13$ В,  $I_b = 0,4$  мА.

5. Измерение тиристора. Порядок действий, количество переключателей, те же, что и при измерении транзисторов. Определение параметров рассмотрим на примере тиристора КУ201А, имеющего следующие характеристики:

- максимальный ток в открытом состоянии  $I_{откр.мах} = 2$  А;

- отпирающий ток управления  $I_{от.упр} = 2...100$  мА;

- максимальное прямое напряжение в закрытом состоянии  $U_{закр} = 25$  В;

- прямое напряжение в открытом состоянии  $U_{пр} = 2$  В.

- максимальная мощность рассеяния  $P_{мах} = 4$  Вт;

В соответствии с этими параметрами примем следующее положение переключателей:

S301 – 5V/div;

S201 – 250 Ом (см. табл.1.1)

P103 – 10;

S101 – в крайнем правом положении;

S202 – “+” AC

S102 – (+)

Положение переключателей S202 и S102 соответствует включению тиристора по схеме: Анод – С, Катод – Е, УЭ – В.

S401 – 1A/div

S103 – 20mA/div

Увеличивая напряжение  $U_c$  (U) регулятором Т, получим на экране изображение ВАХ тиристора (рис.1.8, экр.1). Поворачивая регулятор S101 из крайнего правого положения влево, мы будем наблюдать переход кр.1 в отрезок прямой 3 по траектории,

соответствующей кр.2, таких переходов должно быть не меньше 9, десятый переход мы должны получить, уменьшая напряжение регулятором Т-2, тогда на экране мы будем наблюдать только отрезок прямой. Определение значений параметров осуществляется в том же порядке, что и для транзистора.

### Краткое содержание отчета.

1. В отчет должны войти рисунки ВАХ исследуемых приборов.
2. Определены основные параметры технических характеристик.

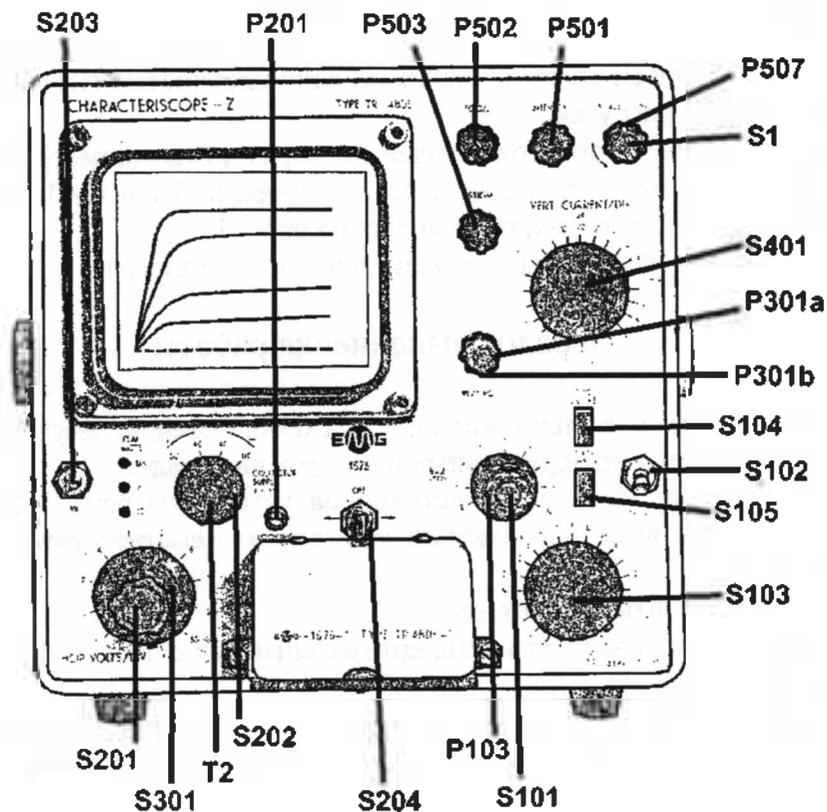


Рис. 1

### ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2

### ИССЛЕДОВАНИЕ УСИЛИТЕЛЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

### Цель работы

## Исследование режимов работы однокаскадного усилителя переменного тока, собранного на полупроводниковом биполярном транзисторе, снятие характеристик усилителя и определение ряда его параметров.

### Описание лабораторного стенда

Электрическая схема лабораторного стенда приведена на рис.2.1. Как видно из рисунка, усилитель собран по схеме с общим эмиттером, имеет две ступени нагрузки ( $R'_{н}$  и  $R''_{н}$ ), три ступени обратной связи по току с соответствующими переключателями:

S1 – устанавливает режим работы усилителей (А, АВ, В);

S2 – шунтирует ООСТ по переменной составляющей (I ступень), частичное шунтирование по переменной составляющей (II ступень, ООСТ введена плотностью (III ступень);

S3 – устанавливает ступени нагрузки.

Входной сигнал переменного тока подается через потенциометр R1 от внешнего генератора переменной частоты и контролируется приборами V1 и mA1. Выходной сигнал контролируется прибором V2 в точках, показанных на рис.2.1.

Вместо V1 и V2 может использоваться электронный осциллограф.

### Порядок выполнения работы

1. Внимательно ознакомиться с принципиальной схемой стенда, изучить назначение и расположение всех элементов и измерительных приборов на стенде.
2. Подать питание на схему от автономных источников, установить режим класса А.
3. Переключатель S3 установить в положение «Откл.», что соответствует максимальному сопротивлению нагрузки.
4. Переключатель S2 установить в положение I.
5. На вход подать питание от генератора стандартных сигналов с частотой 1000 Гц, при этом  $U_{пит}$  не должно превышать 5,0 В.
6. Подключить осциллограф к входным и выходным гнездам усилителя. Входной и выходной сигналы должны быть синусоидальными. Коэффициент усиления

$$K_u = \frac{U_{вых}}{U_{вх}} \geq 5.$$

7. Медленно увеличивая входной сигнал потенциометром R1, снять зависимости  $U_{вых} = f(U_{вх})$ .
8. При  $U_{вых.max}$  переключатель S2 установить в положение II, затем в III. С помощью осциллографа зафиксировать изменение амплитуды  $U_{вых.max}$ .
9. Установить переключателем S1 режим «АВ», затем режим «В», фиксируя каждый раз по экрану осциллографа изменение формы выходного сигнала.
10. Установить переключателем S3 минимальное сопротивление нагрузки и измерить значение  $U_{вых}$ .

### Содержание отчета

Отчет по работе должен включать: принципиальную схему усилителя, таблицы замеров, график  $U_{вых} = f(U_{вх})$  и зарисовки осциллограмм, а также пояснения с полученным результатом.

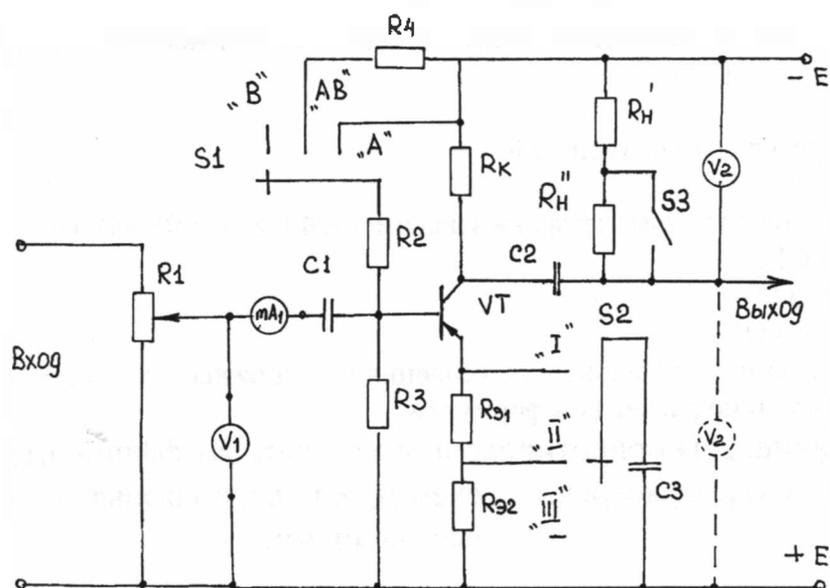


Рис. 2.1. Схема лабораторного стенда для исследования усилителя переменного тока

### ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3

## ИССЛЕДОВАНИЕ УСИЛИТЕЛЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА НА ОПЕРАЦИОННЫХ УСИЛИТЕЛЯХ

### Цель работы

Ознакомление с принципом действия основных типов усилителей постоянного тока (УПТ) на ОУ, снятие их передаточных характеристик, изучение влияния обратных связей и дестабилизирующих факторов на работу усилителей.

### Описание лабораторного стенда

Электрические схемы лабораторного стенда приведены на рис.3.1(а,б). На рис.3.1(а) приведена обратимая схема УПТ (перемычки в гнездах 1-3, 2-4 – инвертирующей усилитель, в гнездах 1-4, 2-3 – неинвертирующий). На рис. 3.1(б) схема дифференциального УПТ. Напряжение питания на каждую схему подается поочередно от блока питания. Регулировка входных сигналов ( $U_{вх}$ ) осуществляется потенциометрами  $R_1$  (рис.3.1(а)) и  $R_1, R_2$  (рис.3.1(б)).

### Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться со схемой стенда и показанием ее элементов.
2. Подать напряжение питания ( $\pm 15$  В) на схему УПТ (рис. 3.1(а)).
3. Установить перемычки в гнезда 1-3 и 2-4 (инвертирующее включение).
4. Изменяя напряжение входного сигнала потенциометром  $R_1$  от 0 до 4 В вольтметром  $V_2$ , снять изменения выходного напряжения.
5. Повторить опыт для неинвертирующего включения, предварительно установив перемычки в гнезда 1-4 и 2-3.

6. Подать питание на схему (рис.3.1(б)). Снять зависимость выходного напряжения ( $V_3$ ) в функции напряжения на неинвертирующем входе ( $V_2$ ) при неизменном уровне сигнала на инвертирующем входе ( $V_1$ ).

#### Обработка результатов измерений

1. По данным опытов построить графики зависимостей  $U_{\text{вых}} = f(U_{\text{вх}})$  для:  
инвертирующего ОУ,  
неинвертирующего ОУ,  
дифференциального ОУ.
2. Определить значения коэффициентов усиления по напряжению для исследования схем на основании графиков и по расчетным формулам.

Примечание: Для ориентировочного расчета коэффициента усиления по напряжению рассмотренных схем можно воспользоваться следующими выражениями:

$$K_u = -\frac{R_2}{R_1} \quad (\text{инв. ОУ}) \quad (1)$$

$$K_u = 1 + \frac{R_2}{R_3} \quad (\text{неинв. ОУ}) \quad (2)$$

$$U_3 = (U_2 - U_1) \frac{R_4}{R_{1\text{вх}}} \quad (\text{дифф. ОУ}) \quad (3)$$

Выражение (3) приведено для случая, когда  $R_{1\text{вх}} = R_{2\text{вх}}$  и  $R_4 = R_3$ .

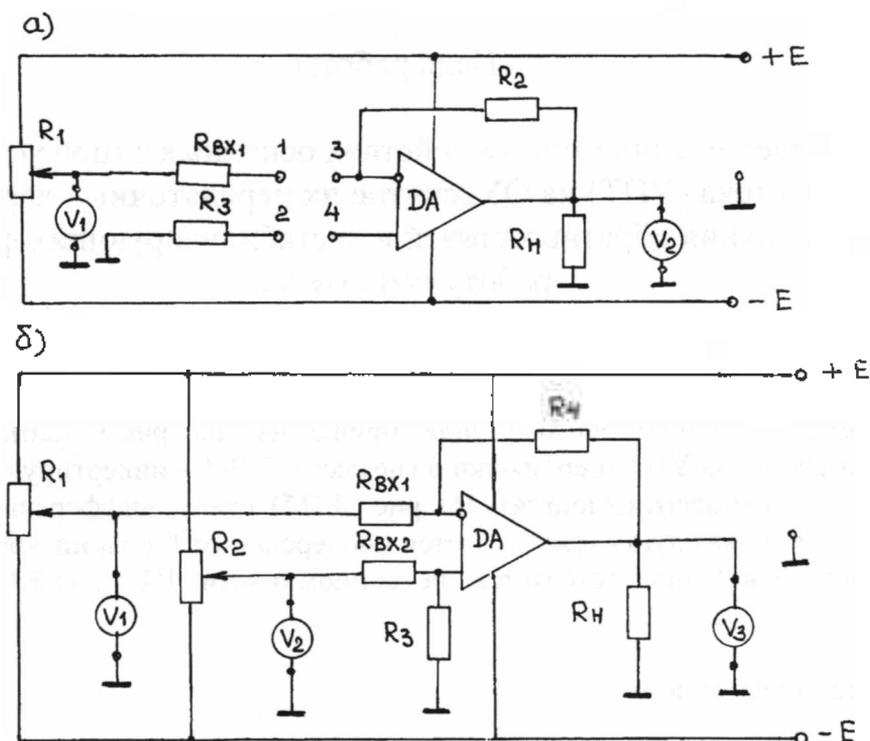


Рис. 3.1. Схема лабораторного стенда для исследования усилителей постоянного тока

#### ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕНЕРАТОРОВ СИГНАЛОВ РАЗЛИЧНОЙ ФОРМЫ

где: ИМ - исполнительный механизм;

СЦ - силовые цилиндры;

ПУ - пост управления;

ДК - датчик курса (сельсин);

ДН - датчик насоса (сельсин);

РД - рулевой датчик;

Н - насос;

Р - руль;

СД - серводвигатель;

ГК - гирокомпас;

СП - сельсин приемник;

БК - блок коррекции;

Модернизация АР в соответствии с требованиями международной конвенции СОЛАС 74, изложенные в правиле 29 резолюции MSC1(XLV) Комитета по безопасности мореплавания от 20.11.1981 г. с необходимостью обеспечения двумя независимыми системами управления, каждая из которых приводится в действие с ходового мостика.

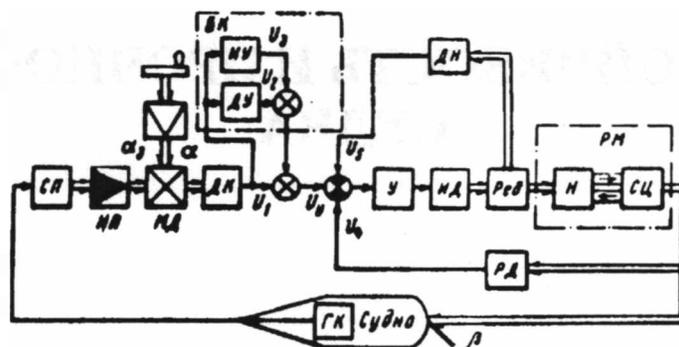


Рис.2 Упрощенная структурная схема авторулевого при виде управления "Автомат"

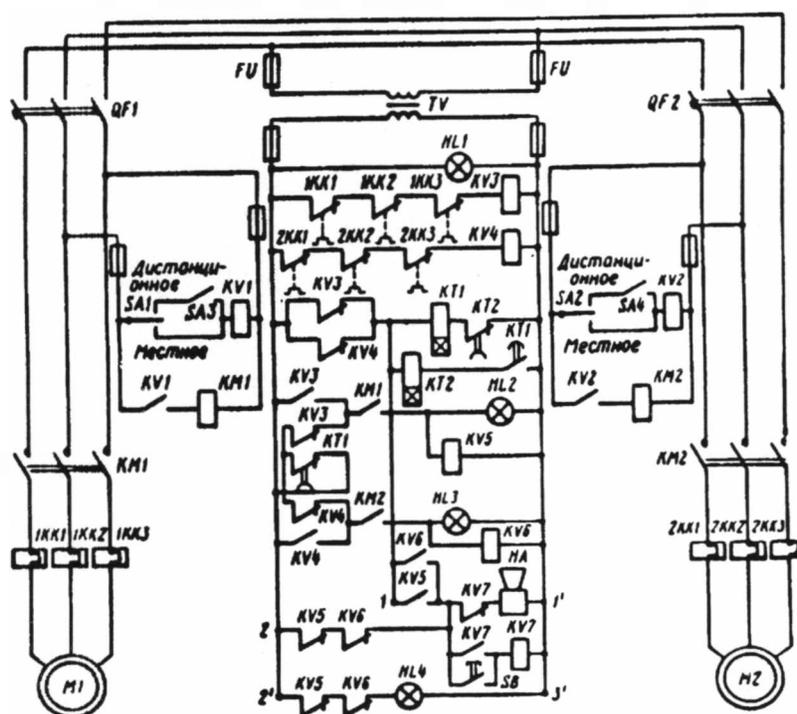


Рис.3 Схема системы управления электроприводами насосов рулевой машины РЭГ - 4

## **РАЗДЕЛ IV**

# **ОСТОЙЧИВОСТЬ И ПРОЧНОСТЬ СУДНА**

## КОРПУС СУДНА И ЕГО ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.

Корпус металлического морского судна является сложным инженерным сооружением, которое представляет собой водонепроницаемую оболочку из тонких листов, соединенных электросваркой. Внутренние объемы, образуемые этой оболочкой, разделяются продольными и поперечными вертикальными переборками, горизонтальными палубами и платформами, образующими отдельные помещения. Тонкие листы оболочки, а также листы палуб, настила второго дна, продольных и поперечных переборок подкрепляются набором, который образует каркас (скелет) корпуса судна. Этот каркас состоит из отдельных прокатных или составных сварных балок, идущих в разных направлениях и соединенных между собой листовыми элементами в виде книц или бракет. Схема расположения балок набора при поперечной и продольной системах набора представлена на рис. 1.

С корпусом, ограниченным верхней непроницаемой палубой, соединяются надстройки, расположенные над верхней палубой, внутри которых, как и в корпусе судна, устанавливаются продольные и поперечные вертикальные переборки, выгораживающие отдельные служебные и жилые помещения. Надстройки могут быть одноярусными (одноэтажными) и многоярусными, а по ширине могут занимать пространство от борта до борта или только часть ширины судна (в последнем случае их называют рубками).

Листы наружной обшивки, подкрепленные балками набора, в зависимости от местонахождения в корпусе судна образуют бортовые, днищевые и палубные перекрытия. Каждое перекрытие ограничивается другим перекрытием. Корпус судна, симметричный относительно диаметральной плоскости (ДП), вместе с надстройками представляет собой сооружение, поперечные и вертикальные размеры которого намного меньше продольных.

Поперечные сечения корпуса современных транспортных судов в средней части имеют почти прямоугольное сечение со скруглениями у днища, называемыми скулами. Ближе к оконечностям корпуса поперечные сечения в нижней их части постепенно становятся более острыми, а в носовой и кормовой частях напоминают треугольники (рис.1). Передняя заостренная часть судна, ограниченная форштевнем, называется носом, а задняя, ограниченная ахтерштевнем, - кормой. В корме располагаются движители (винты). Листы, образующие горизонтальные плоскости оболочки корпуса: палубы, второе дно, платформы - принято называть настилами с добавлением названия части корпуса, например настил второго дна.

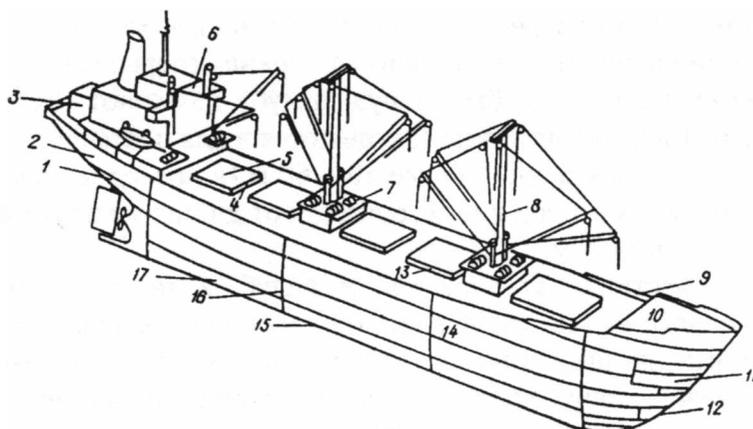


Рис.1. Основные конструктивные элементы корпуса судна 1 - ахтерштевень; 2 - кормовая оконечность с ахтерштевнем; 3 - надстройка юта (ют); 4 - поперечный комингс люка; 5 - грузовой люк; 6 - штурманская рубка и навигационный мостик; 7 - лебедочные ростры; 8 - одностержневая мачта; 9 - переходная кница надстройки; 10 - надстройка бака; 11 - носовая оконечность; 12 - наклонный ледакольный форштевень; 13 - продольный комингс люка; 14 - бортовая обшивка; 15 - днище; 16 - секционный сварной шов; 17 - скула

Нижняя поверхность судна называется днищем. Большинство современных судов в средней части имеют горизонтальное днище, однако по мере приближения к носу и корме поперечные сечения постепенно приобретают более острые обводы и появляется килеватость, т. е. подъем днища от ДП к бортам. Боковые поверхности судна называются бортами. Они идут от скуловых закруглений у днища до верхней палубы, соединяющей верхние кромки бортов.

Листы водонепроницаемых, нефтенепроницаемых и проницаемых переборок вместе с набором образуют перекрытия. Первые два типа переборок предотвращают распространение воды или жидкого груза в соседние отсеки и обеспечивают непотопляемость судна при получении пробоин. Переборки идут обычно до верхней палубы. Первая поперечная переборка от форштевня в корму называется форпиковой (таранной). Она иногда образует в носу цистерну форпика, используемую для приема жидкого балласта. Первая поперечная переборка от ахтерштевня называется ахтерпиковой и может образовывать в корме ахтерпиковую балластную цистерну. При наличии балластных цистерн в форпике и ахтерпике устанавливаются отбойные вертикальные продольные переборки, а иногда и поперечные вертикальные отбойные переборки, идущие от нижней палубы или от платформы на части высоты пространства в пиках. Такие переборки уменьшают переливание жидкости в пиках с борта на борт, улучшая тем самым остойчивость судна.

Водонепроницаемые или нефтенепроницаемые поперечные переборки, ограждающие машинное отделение, называются переборками машинного отделения.

Палубы, находящиеся на части длины или ширины судна, называются платформами (например, на длине только одного отсека).

На многопалубных судах пространство между соседними палубами называется твиндеком. Промежуточные (твиндечные) палубы служат для уменьшения давления груза на нижние его слои в трюме в результате передачи усилий от массы груза в твиндеке на борта и поперечные переборки. Особенно много палуб строят на пассажирских и круизных лайнерах для расположения на них многочисленных кают и служебных помещений. Палубы обычно нумеруют в порядке размещения по высоте вниз от верхней (первой) палубы: вторая, третья и так далее. Когда на судне три палубы, вторую палубу называют средней, а последнюю часто называют нижней. Такие же названия сохраняются и для платформ.

На всех сухогрузных судах длиной более 50 – 60 м (в последнее время и на судах для наливных грузов) выполняется второй дно. Его высота от днища зависит от размеров судна и обычно принимается не менее 0,8 м.

Отдельные листы настилов второго дна и палуб, а также бортовой и днищевой обшивки в пределах одного пояса своей длинной стороной располагаются вдоль судна и соединяются с соседними листами в поясе сваркой. Эти соединения называются стыками. Поясья соединяются между собой сварными продольными швами, называемыми пазами. Некоторым поясьям днищевой и бортовой обшивки, настила палуб и второго дна присвоены специальные названия. Например, крайний пояс палубного настила у борта называется

палубным стрингером, верхний пояс бортовой обшивки – ширстреком, нижний лист бортовой обшивки, скругленный по радиусу и переходящий в днищевую обшивку, получил название скулового пояса. Пояс днищевой обшивки вдоль продольной вертикальной плоскости симметрии судна называется горизонтальным килем, а прилегающие к этому поясу с каждой стороны пояся называются шпунтовыми.

Листы обшивки разных бортов соединяются между собой в оконечностях судна на форштевне и ахтерштевне.

Балки набора корпуса различаются по ориентации и той роли, которую они играют при восприятии внешних нагрузок. По ориентации балки могут быть продольными или поперечными, а по восприятию нагрузок – основными, промежуточными и рамными. Обычно в составе корпусных перекрытий имеются как продольные, так и поперечные балки, пересекающиеся под прямыми углами. Количество продольных и поперечных балок в одном перекрытии определяется условиями его загрузки и размерами перекрытия. Балки поперечного набора, подкрепляющие листы судовых перекрытий, называются на днище - флорами (реже – днищевыми шпангоутами); на бортах - шпангоутами или бортовыми шпангоутами; на палубах и платформах - бимсами.

Шпангоуты, как правило, располагаются в одной вертикальной плоскости с флорами и бимсами и образуют замкнутые шпангоутные рамы (рис.2). В районе палубных вырезов каждый бимс разделяется на два полубимса, и шпангоутная рама перестает быть замкнутой. Полубимсы присоединяются к продольным конструкциям (комингсы-карлингсы), ограничивающим вырез. Отдельные балки шпангоутной рамы соединяются между собой кницами: у скулы – скуловыми, у палубы – бимсовыми. Расстояние между шпангоутными рамами называется шпацией или практической шпацией в отличие от теоретической шпации, равной  $1/20$  части длины судна. Размеры шпации по длине судна могут изменяться. Обычно шпация меньше в оконечностях и несколько больше в средней части.

Кроме основных шпангоутов одинакового размера через несколько шпангоутов могут устанавливаться шпангоуты большего размера - рамные шпангоуты или усиленные, а в промежутке между основными шпангоутами на судах ледового плавания устанавливаются промежуточные шпангоуты.

Флоры являются днищевой частью шпангоутных рамок и имеют разную конструкцию. Под поперечными переборками или в непосредственной близости от них делаются непроницаемые флоры, ограничивающие танки междудонного пространства, предназначенные для топлива и воды. В промежутке между непроницаемыми флорами устанавливаются сплошные флоры из целого листа с вырезами (лазами).

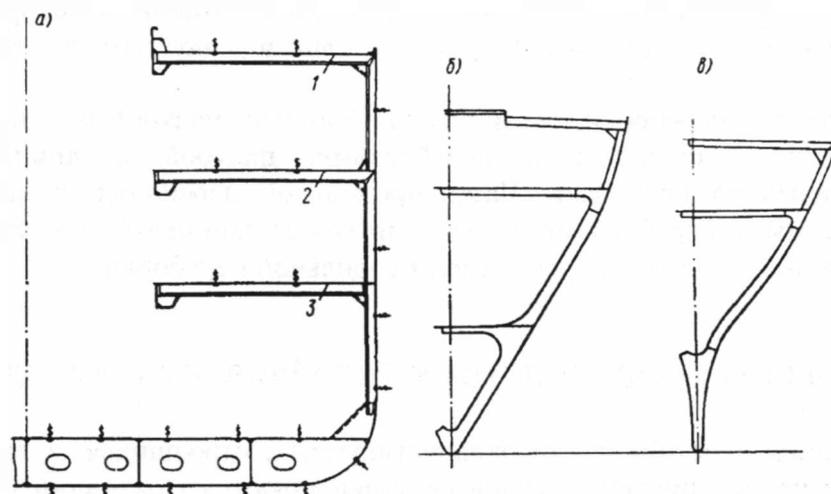


Рис. 2. Шпангоутные рамы в середине длины судна (а), носовой(б) и кормовой (в) оконечностях. 1 – верхняя палуба; 2 – средняя палуба; 3 – нижняя палуба.

В некоторых перекрытиях сплошные флоры чередуются с бракетными флорами, изготавливаемыми из отдельных кусков листового материала, которые иногда называются открытыми флорами.

Балки продольного набора в судовых перекрытиях пересекают балки поперечного набора. Днищевые и бортовые рамные продольные связи называются днищевыми и бортовыми стрингерами. Продольная рамная балка днища, идущая в ДП, называется вертикальным килем. Продольные рамные балки палубы называются карлингсами.

Все продольные рамные балки опираются на поперечные переборки, листы которых подкрепляются в плоскости продольного набора палуб и днища стойками переборок, образуя продольные рамы. Часть стоек может иметь большие размеры, чем размеры основных стоек, и тогда их называют рамными стойками или контрфорсами. Вертикальные рамные стойки иногда используются для восприятия усилий при постановке в док - это доковые стойки. Горизонтальные балки набора переборок называются шельфами.

Кроме рамных продольных балок, к которым относятся стрингеры и карлингсы, параллельно им на относительно небольшом расстоянии (продольная шпация) одни от других устанавливаются продольные ребра, или продольные балки. В зависимости от местоположения они называются палубными, бортовыми, днищевыми продольными ребрами или продольными ребрами настила второго дна и опираются на поперечный набор (флоры, бимсы, шпангоуты и поперечные переборки).

Пересекающиеся балки набора (связи) разных направлений (поперечные и продольные) разбивают обшивку и настилы на отдельные пластины (панели), так что длинные их стороны располагаются вдоль или поперек судна; это определяет систему набора перекрытия. При длинных сторонах пластин, расположенных вдоль судна, систему набора называют продольной, а при поперечном расположении - поперечной. В случае квадратных пластин система набора называется клетчатой. Ту или иную систему набора выбирают в зависимости от действующих на корпус судна общих и местных нагрузок.

Часть днища или часть палубы судна, ограниченная соседними поперечными переборками и двумя бортами или бортом и продольной переборкой или, наконец, двумя продольными переборками, называются соответственно днищевым перекрытием или палубным перекрытием.

Часть борта, ограниченная двумя соседними поперечными переборками, а с двух других сторон - палубой и днищем или двумя соседними палубами, называется бортовым перекрытием.

Часть поперечной переборки, ограниченная бортами, палубой и днищем или только палубами или двумя продольными переборками, палубой и днищем, называется перекрытием поперечной переборки. Часть продольной переборки, ограниченная двумя соседними поперечными переборками и с двух других сторон палубой и днищем или двумя соседними палубами, называется перекрытием продольной переборки.

## ТРЕБОВАНИЯ РЕГИСТРА СУДОХОДСТВА К ОСТОЙЧИВОСТИ МОРСКИХ СУДОВ

В России требования к остойчивости эксплуатируемых, строящихся, а также капитально ремонтируемых и переоборудуемых судов регламентируются Правилами классификации и постройки морских судов (часть IV "Остойчивость") Регистра судоходства.

Общие требования к остойчивости включают требования к так называемому критерию погоды, элементам диаграммы статической остойчивости, начальной метацентрической высоте, а также требования учета обледенения.

Остойчивость судна считается достаточной по критерию погоды, если соблюдено условие

$$K = M_{\text{опр}} / M_{\text{кр.дин}} \geq 1,0$$

где  $M_{\text{опр}}$  - опрокидывающий момент, определяемый по изложенной выше методике с учетом качки судна;  $M_{\text{кр.дин}}$  - динамический кренящий момент,

Максимальное плечо диаграммы статической остойчивости должно быть не менее 0,25 м для судов длиной  $L \leq 80$  м и не менее 0,20 м для судов длиной  $L \geq 105$  м при угле  $\Theta_{\text{max}} = 30^\circ$ . Для промежуточных значений длин  $80 < L < 105$  м величина  $l_{\text{max}}$  определяется линейной интерполяцией. Угол заката диаграммы статической остойчивости  $\Theta_z$  должен быть не менее  $60^\circ$ .

Начальная метацентрическая высота при всех вариантах загрузки, за исключением варианта "судно порожнем", должна быть положительной ( $h = 0$ ).

Судно должно удовлетворять перечисленным выше требованиям при учете в диаграммах статической остойчивости и начальной метацентрической высоте поправок на влияние свободных поверхностей жидких грузов, определяемых по изложенной в Правилах методике. Некоторое снижение требований к элементам диаграмм статической остойчивости допускается в тех случаях, когда эти диаграммы построены с учетом обледенения, нормы которого также указаны в Правилах. Если при построении диаграммы учтена масса льда согласно этим нормам, то угол заката диаграммы должен быть не менее  $55^\circ$ , а максимальное плечо (только для судов ограниченного района плавания) - не менее 0,2 м при крене не менее  $25^\circ$ .

Особые требования предъявляются к остойчивости пассажирских судов, лесовозов, контейнеровозов и судов, перевозящих насыпные грузы. Начальная метацентрическая высота пассажирских судов должна быть такой, чтобы:

- при скоплении пассажиров на верхней доступной им палубе у одного борта угол крена был не более половины угла заливания (под углом заливания  $\Theta_f$  подразумевается угол крена, при котором происходит заливание водой внутренних помещений судна через отверстия, считающиеся открытыми, т. е. отверстия, устройства для закрывания которых не удовлетворяют соответствующим требованиям Регистра) или угла, при котором палуба надводного борта входит в воду или оголяется скула, смотря по тому, какой угол меньше; во всяком случае этот угол не должен превышать  $10^\circ$ ;
- при скоплении пассажиров на верхней доступной им палубе у борта угол крейна на установившейся циркуляции судна был не более  $3/4$  угла заливания либо угла, при котором палуба надводного борта входит в воду или скула выходит из воды, смотря по тому, какой угол меньше; во всяком случае этот угол не должен превышать  $12^\circ$ .

Исправленная (на влияние свободных поверхностей жидких грузов) начальная метацентрическая высота лесовозов с лесным грузом, размещенным в трюмах и на палубе, и с полными запасами должна быть не менее 0,1 м.

Остойчивость контейнеровозов, под которыми подразумеваются все суда, несущие контейнерный груз на палубе, должна быть такой, чтобы определенный по диаграмме статической остойчивости статический угол крена на установившейся циркуляции или угол крена при действии бокового ветра был не более половины угла, при котором палуба надводного борта входит в воду; во всяком случае угол крена не должен превышать  $15^\circ$ . Исправленная начальная метацентрическая высота таких судов должна быть не менее 0,2 м.

Требования к остойчивости судов, перевозящих зерно насыпью, изложены в Правилах перевозки зерна Регистра. Исправленная начальная метацентрическая высота таких судов

должна быть не менее 0,3 м. Дополнительные требования к диаграмме статической остойчивости этих судов не предъявляются в следующих случаях:

- если свободная поверхность зерна в любом частично заполненном помещении покрыта зерном в мешках, плотно уложенных на высоту не менее 1/16 ширины свободной поверхности зерна или 1,2 м, в зависимости от того, что больше; вместо зерна в мешках может быть использован другой подходящий несмещаемый груз, уложенный на ту же высоту и оказывающий на поверхность зерна давление не менее 10 кПа (при этом должны быть выполнены содержащиеся в Правилах требования к покрытию поверхности зерна тканью или досками перед укладкой на нее груза;
- если свободная поверхность зерна в частично заполненном помещении укреплена настилом из досок, прибитым к бортам полосами или тросами, то есть если применен так называемый стропинг.

Если же указанные требования не выполняются, то угол  $\Theta_{gs}$  статического крена, вызванного расчетным смещением зерна, не должен превышать  $12^\circ$  для всех судов или угла входа палубы в воду, если он меньше  $12^\circ$ , для судов неограниченного района плавания. При этом угол крена судна определяется путем построения кривой кренящих плеч на диаграмме плеч статической остойчивости (рис.3). Согласно Правилам эта кривая может быть аппроксимирована прямой, проходящей через точку А при угле крена  $\Theta = 0$  с ординатой  $lg_0$ , соответствующей суммарной поперечной составляющей кренящих моментов от расчетного смещения зерна во всех грузовых помещениях. Вторая точка В, через которую проводится прямолинейный график плеч кренящего момента, имеет при угле крена  $40^\circ$  ординату  $lg_{40} = 0,8 lg_0$ .

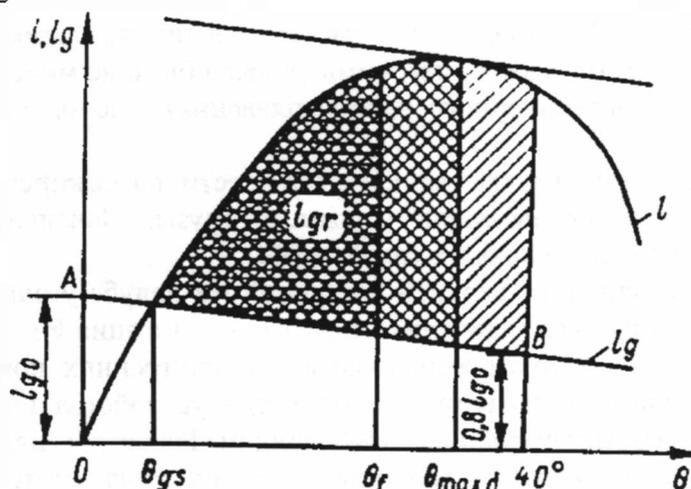


Рис. 3. Диаграмма статической остойчивости судна, перевозящего зерновые грузы насыпью

Диаграмма статической остойчивости может быть построена приближенным способом, исходя из предположения, что ЦТ груза располагается в центре объема каждого грузового помещения, либо уточненным способом, исходя из фактического положения ЦТ зернового груза с учетом подпалубных пустот. В последнем случае при построении диаграммы должна быть учтена вертикальная составляющая расчетного смещения зерна путем условного повышения ЦТ судна добавлением поправки  $Z_{gs}$ . В Правилах приводится методика расчета подпалубных пустот, а также суммарных поперечной  $lg_0$  вертикальной  $Z_{gs}$  составляющих плеча кренящего момента от расчетного смещения зерна.

Остаточная площадь  $lgr$  диаграммы статической остойчивости между кривыми восстанавливающих и кренящих плеч до угла крена  $\Theta_{max d}$  и, соответствующего или максимальной разности между ординатами этих кривых, или  $40^\circ$ , или угла заливания  $\Theta_f$  (в зависимости от того, какой из них меньше) при всех условиях загрузки судна должна быть не менее  $0,075 \text{ м}^2/\text{рад}$ .

## Дополнительные требования к остойчивости судов, предназначенных для перевозки незерновых навалочных грузов, содержатся в Правилах безопасности перевозки незерновых навалочных грузов ММФ.

Если установлено, что свободные поверхности данного груза обладают свойством смещения при качке судна на морском волнении, то начальная метацентрическая высота судна, исправленная на влияние свободных поверхностей жидких грузов, а также на влияние смещения поверхности груза в трюмах, должна быть не менее 0,7 м. Кроме того, угол статического крена, вызванного расчетным смещением груза в соответствии с указаниями Правил не должен превышать 12°, а остаточная площадь диаграммы статической остойчивости между кривыми восстанавливающих и кренящих плеч должна быть не менее 0,12 м\*рад.

## ТРЕБОВАНИЯ К ИНФОРМАЦИИ ОБ ОСТОЙЧИВОСТИ СУДНА ДЛЯ КАПИТАНА

На каждое судно должна быть выдана согласованная с Регистром Информация об остойчивости судна, содержащая следующие материалы:

- данные об остойчивости судна для типовых вариантов загрузки, предусмотренных заранее;
- рекомендации в отношении мероприятий, улучшающих остойчивость судна;
- указания, вспомогательные графики, таблицы и другие материалы, служащие для оценки посадки и остойчивости судна при нетиповых, то есть возможных в эксплуатации, но не предусмотренных заранее, вариантах загрузки.

Суда Морского Флота, построенные на отечественных заводах до 1979 г., снабжены, как правило Информацией об остойчивости, составленными применительно к типовой форме, изданной Регистром СССР в 1964 г. В 1979 г. ММФ была издана Типовая информация об остойчивости и прочности морского судна (указания капитанам судов), на основании которой будут разрабатываться Информации об остойчивости для судов новой постройки. Следует иметь в виду также, что на ряде судов заграничной постройки имеются Информации, составленные соответствующими заводами-строителями и не отвечающие в полной мере принятой у нас типовой форме.

К числу содержащихся в Информации материалов, обеспечивающих возможность самостоятельного выполнения капитаном расчетов посадки и остойчивости судна при нетиповых случаях загрузки относятся:

- данные по танкам и цистернам, используемым для размещения судовых запасов (топлива, масла, пресной воды), а также водяного балласта, необходимые для составления таблицы загрузки судна;
- данные по грузовым помещениям в виде номограмм, нанесенных на схематическом чертеже продольного разреза судна (рис.4); эти данные также необходимы при составлении таблицы загрузки;
- диаграмма контроля остойчивости, на которой нанесены предельные кривые начальной метацентрической высоты по различным нормативным критериям, а также кривые вертикальных моментов дедефта  $M_{zw}$  относительно ОП (рис.5) в зависимости от дедефта судна;
- диаграмма осадок носом и кормой по маркам осадки или теоретических осадок на НП и КП) в виде кривых постоянных значений осадок носом и кормой, построенных в зависимости от дедефта судна и статического момента дедефта относительно плоскости мидель-шпангоута (рис.6).

Информация об остойчивости составляется проектной организацией или заводом-строителем судна по материалам опыта кренования.



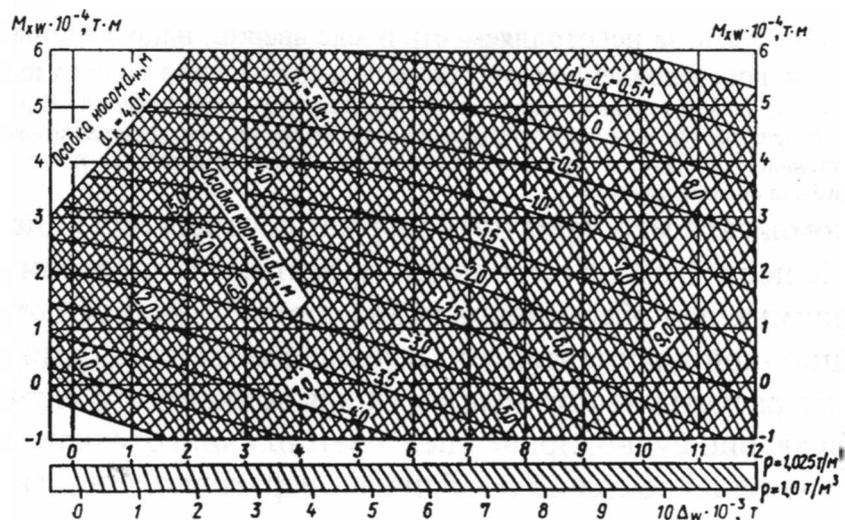


Рис. 6. Диаграмма осадок носом и кормой

## НЕПОТОПЛЯЕМОСТЬ СУДНА

### Основные понятия и определения

Непотопляемостью судна называют его способность оставаться на плаву после затопления части его внутренних помещений отсеков), имея посадку и остойчивость, обеспечивающие хотя бы ограниченное использование судна по назначению. Непотопляемость, в отличие от остойчивости неповрежденного судна, нельзя рассматривать как его мореходное качество. Непотопляемость является свойством судна сохранять свои мореходные качества в заданных пределах. Таким образом, судно обладает непотопляемостью, если после затопления части отсеков оно сохраняет плавучесть, остойчивость и посадку в той мере, которая достаточна для выполнения хотя бы части его функций.

Непотопляемость - специфическое качество судна. В отличие от ходкости, управляемости и других свойств судна с непотопляемостью моряки сталкиваются только при аварии, приводящей к поступлению воды внутрь корпуса. В то же время потеря непотопляемости связана с тяжелейшими последствиями - гибелью судна и людей, поэтому ее обеспечение является одной из важнейших задач как судостроителей, так и экипажа.

Непотопляемость является главным элементом живучести судна, поскольку утрата непотопляемости равносильна утрате судна как инженерного сооружения и как эксплуатационной единицы флота. Хотя практические меры по обеспечению непотопляемости насчитывают не одну тысячу лет, теория непотопляемости - сравнительно молодая наука: ей немногим более 100 лет, и приоритет в ней принадлежит отечественным ученым.

В практике непотопляемость обеспечивается на всех этапах жизни судна: судостроителями на стадиях проектирования, постройки и ремонта судна; экипажем в процессе эксплуатации неповрежденного судна; экипажем непосредственно в аварийной ситуации. Из такого подразделения следует, что непотопляемость обеспечивается тремя комплексами мероприятий:

- конструктивными мероприятиями, которые проводятся при проектировании, постройке и ремонте судна;
- организационно-техническими мероприятиями, которые являются предупредительными и проводятся во время эксплуатации судна;

- мероприятиями по борьбе за непотопляемость после аварии, направленными на борьбу с поступлением воды, восстановление остойчивости и спрямление поврежденного судна.

Успешная реализация конструктивных мероприятий определяется квалификацией береговых работников. Эффективность мероприятий, проводимых в эксплуатации и после аварии, определяется человеческим фактором и прежде всего постоянной готовностью экипажа и технических средств к борьбе за непотопляемость и четкой организацией борьбы за непотопляемость.

Все три комплекса мероприятий содержат соответствующие расчетные методы. На первом этапе выполняют проектные и поверочные расчеты, необходимые для обеспечения судна соответствующей отчетной и информационной документацией. В процессе эксплуатации производят поверочные расчеты непотопляемости для конкретного случая загрузки судна. При аварии судна, приведшей к затоплению отсеков, необходимо, исходя из наличия реальной пробоины, оперативно оценить аварийную посадку и остойчивость, а также время затопления для выбора и исполнения оптимального решения по спасению судна и людей.

### Принципы обеспечения непотопляемости

**Конструктивные мероприятия.** Эти мероприятия осуществляются на стадиях проектирования и постройки судна и сводятся прежде всего к назначению таких запасов плавучести и остойчивости, чтобы при затоплении отсеков заданного числа и формы изменение посадки и остойчивости аварийного судна не выходило из допустимых пределов. При этом необходимым условием является подразделение судна на отсеки водонепроницаемыми переборками, палубами и платформами, что является наиболее эффективным средством сохранения запаса плавучести при повреждении корпуса. Действительно, если судно не имеет внутреннего подразделения на отсеки, то при наличии подводной пробоины корпус заполнится водой и судно не сможет использовать запас плавучести. Основным конструктивным принципом подразделения на отсеки является принцип “слабого звена”, то есть оно должно быть таким, чтобы плавучесть утрачивалась раньше остойчивости. Это объясняется тем, что потеря судном плавучести в результате прогрессирующего затопления - процесс достаточно медленный, длящийся иногда до нескольких часов. Опрокидывание же из-за потери остойчивости происходит в короткий промежуток времени, часто внезапно и, как правило, сопряжено с человеческими жертвами. Поэтому подразделение на отсеки должно быть таким, чтобы судно тонуло не опрокидываясь.

Важным конструктивным мероприятием по обеспечению непотопляемости является создание прочных и водонепроницаемых закрытий (дверей, люков, горловин), установленных по контуру водонепроницаемого отсека, которые должны хорошо работать при крене, дифференте и морском волнении.

Также следует предусматривать водонепроницаемые палубы и платформы, поскольку они предотвращают распространение воды по высоте. Важную роль играют настил второго дна и продольные переборки бортовых танков, которые предотвращают попадание воды в отсеки при повреждениях обшивки днища и борта.

Водонепроницаемость и прочность должны быть обеспечены не только в подводной, но и в надводной части корпуса, так как последняя определяет запас плавучести, расходуемый при повреждении.

## Цель работы

Исследование генераторов сигналов различной формы, выполненных на операционных усилителях. В процессе исследования определяются формы сигнала, способы регулирования.

### Описание стенда

Стенд представляет собой панель с расположенными на ней схемами на ОУ:

генератора прямоугольных импульсов (рис.4.1);

генератора пилообразного напряжения (рис.4.2);

генератора синусоидального напряжения с мостом Вина (рис.4.4).

Генератор прямоугольных импульсов на ОУ (на стенде сх.№15) представляет собой собственно ОУ, охваченный обратными связями (ОС): положительной R2, R4 и отрицательной R1, R3. Пусть на выходе ОУ установится максимальное напряжение положительной полярности  $U_{\text{вых.п}}$ . За счет положительной ОС (ПОС) на неинвертирующий вход будет подано напряжение

$$U^+ = U_{\text{вых.п}} \frac{R2}{R2 + R4},$$

удерживающее ОУ в режиме насыщения. Одновременно заряжается конденсатор С и по достижении на нем, а значит и на инвертирующем входе, значения напряжения  $U^- = U^+$  ОУ переключатся в противоположное состояние, на выходе появится  $-U_{\text{вых.п}}$ , конденсатор С будет перезаряжаться через R1 и R3 и процесс будет повторяться. Прямоугольные фронты выходного сигнала получаются за счет действия ПОС, а амплитуда сигнала будет равна  $U_{\text{вых.п}}$ , частота будет зависеть от  $T = (R1 + R3)C$  и порога переключения (R2 и R4).

Генератор пилообразного напряжения на ОУ (на стенде сх.№17) представляет собой схему на двух ОУ. В этой схеме DA1 является интегратором, а DA2 - компаратором. Если на инвертирующий вход DA1 подано напряжение отрицательной полярности, то на его выходе формируется линейно нарастающее напряжение

$$U_{\text{вых}} = -\frac{U1}{R1C} t = Kt.$$

Как только  $U_{\text{вых}}$  достигнет порога срабатывания компаратора (зависящего от смещения  $+U2$  и соотношения  $R6/R3$ ) он переключается, подает отпирающий сигнал на транзистор VT, который, открываясь, шунтирует конденсатор С, практически мгновенно разряжающийся, напряжение на выходе DA1 падает до нуля, компаратор возвращается в исходное состояние и процесс повторяется. Время переднего фронта зависит от  $U1$ , R2, C1 и порога компаратора.

**Примечание.** Компаратором принято называть устройство, сравнивающее измеряющий входной сигнал с опорным. Компаратор имеет релейную передаточную статическую характеристику и является простейшим аналого-цифровым преобразователем. Наиболее эффективным являются однопороговые компараторы с гистерезисом. Одна из таких схем представлена на рис.4.3. Именно в этом виде схема применяется в генераторе пилообразного напряжения. Знак (+)  $U_{\text{оп}}$  означает срабатывание компаратора при положительном входном напряжении, т.е. передаточная характеристика сдвинута вправо (рис.4.3). Значение напряжения  $U_{\text{ср}}$  и  $U_{\text{отп}}$  для этой схемы определяется выражениями:

$$U_{\text{ср}} = (+U_{\text{вых}} * R_3 + U_{\text{оп}} * R_6)/(R_6 + R_3)$$

$$U_{\text{отп}} = (-U_{2\text{max}} * R_3 + U_{\text{оп}} * R_6)/(R_6 + R_3)$$

Если нужно сдвинуть характеристику влево, меняется знак  $U_{\text{оп}}$ .

Генератор синусоидального напряжения на ОУ с мостом Вина (на стенде сх.№14). Здесь используется мост Вина, который на определенной частоте обеспечивает нулевой фазовый сдвиг между точками  $U_{\text{вых}}$  и  $U_{\text{вх}}^+$ , т.е. создает на этой частоте ПОС. Т.к. сигнал ОС ослаблен мостом в три раза, ОУ должен эту потерю сигнала скомпенсировать, чтобы  $K_u * \beta = 1$ , если  $R_5 = R_7 + R_8 = R$ ;  $C_1 = C_2 = C$ , то  $f = 1/2\pi RC$

$$R_6 = 3(R_4 + R_1/n), \text{ где } n - \text{положение движка } R_1 (\%)$$

цепочка  $R_1, R_3, VD_1, VD_2$  служит для ограничения амплитуды выходного сигнала.

На выходе ОУ формируется сигнал, по форме близкий к синусоиде ( $K_{\text{ни}} \leq 1\%$ ), амплитуда которого зависит от  $R_6$ , а частота - от параметров моста Вина.

### Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с лабораторным стендом, разобраться с принципом действия каждой исследуемой схемы. Подключить стенд к блоку питания. Установить напряжение источника питания  $\pm 10$  В.

2. Исследовать схему мультивибратора на ОУ:

- движок  $R_2$  поставить в среднее положение;
- включить осциллограф в выходные гнезда мультивибратора, определить амплитуду и частоту следования импульсов, зарисовать их форму;
- зашунтировать  $R_3$  и повторить предыдущие действия;
- постепенно изменяя положение движка переменного резистора  $R_2$  (3 точки), для каждой точки определить  $U_{\text{max}}$  и  $f$  выходного сигнала;
- уточнить при положении  $R_2$  каком происходит срыв колебаний.

3. Исследовать схему генератора пилообразного напряжения на ОУ:

- установить движки  $R_1$  и  $R_3$  в среднее положение;
- подключив осциллограф к выходным гнездам DA1, наблюдать характер сигнала, его амплитуду,  $U_{\text{вых.max}}$ , частоту и форму, зарисовать сигнал;
- изменив положение движка  $R_1$  вправо и влево, определить по осциллографу характер изменения сигнала, результаты зафиксировать;
- установить  $R_1$  снова в среднее положение, изменяя положение  $R_3$  (3-4 точки), повторить предыдущие действия;
- установить ориентировочные зависимости  $f = \varphi(R_1)$  и  $f = \varphi(R_2)$ .

Исследовать схему генератора с мостом Вина;

- установить  $R_1$  в среднее положение;
- подключить осциллограф к выходу генератора и определить амплитуду, частоту и форму сигнала;
- плавно изменяя положение движка  $R_2$  (вправо и влево), зафиксировать в 2-х точках изменение характера сигнала (амплитуды, частоты и формы).

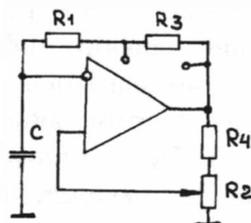


Рис. 4.1. Мультивибратор

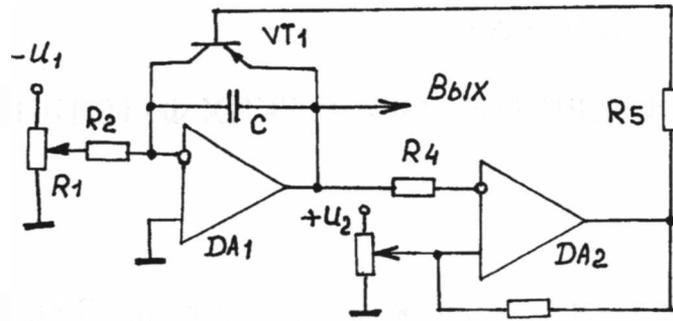


Рис. 4.2. Генератор пилообразного напряжения

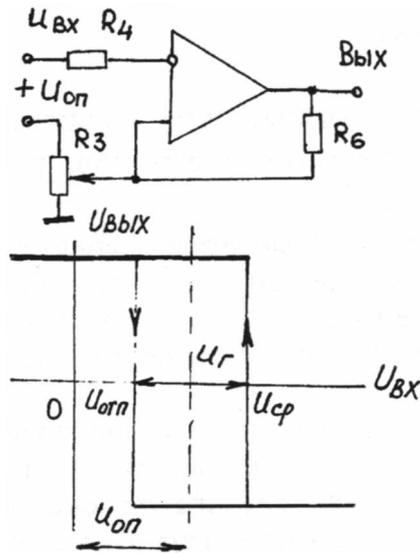


Рис. 4.3. Компаратор

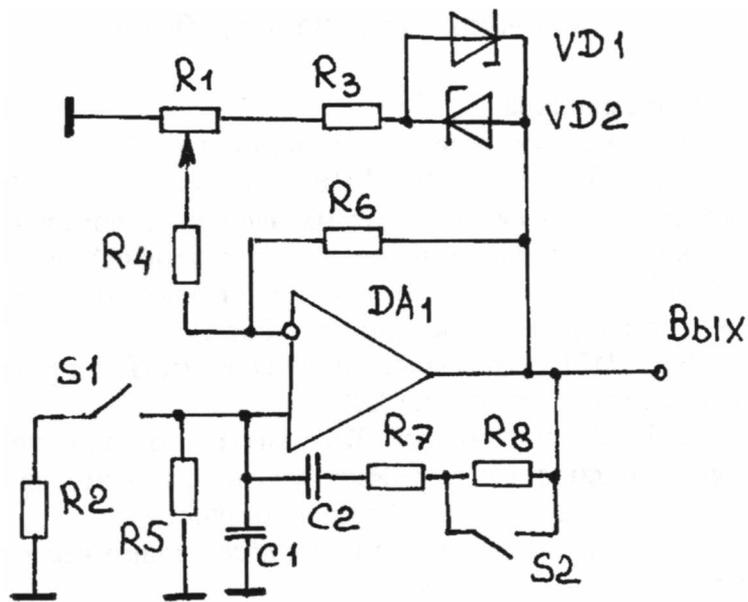


Рис. 4.4. Генератор синусоидального напряжения с мостом Вина

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ, ЭЛЕМЕНТОВ И УСТРОЙСТВ

### Цель работы

Ознакомление с основными логическими элементами (ЛЭ), функциями (ЛФ) и способами реализации основных ЛФ на базе элементов ИЛИ/НЕ и И/НЕ, а также устройств, выполненных на основе ЛЭ.

### Описание лабораторного стенда

Данный стенд позволяет изучить свойства и характеристики отдельных ЛЭ и устройств на их основе: триггеров, счетчиков, регистров: комбинационных схем, арифметико-логических устройств.

Стенд выполнен на базе полупроводниковых элементов и микросхем малой и средней степени интеграции. Он позволяет демонстрировать работу как отдельных логических элементов, так и различных схем на их основе. На лицевой панели стенда размещены мнемосхемы с гнездами для подключения соединительных проводов, а сами элементы размещены внутри корпуса.

Стенд получает питание от внешнего источника постоянного тока. Схема подключения блока питания к лабораторному стенду представлена на рисунке 5.1. Напряжение 5В необходимо для питания микросхем, 9В - для питания семисегментного индикатора.

В состав стенда входят также генераторы периодических сигналов прямоугольной G1 и синусоидальной G2 формы, индикаторы логических сигналов на светодиодах, формирователь логических сигналов.

### Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с устройством стенда.
2. Подключить к стенду питание в соответствии со схемой рис.5.1.
3. Ознакомиться с работой ЛЭ: ИЛИ/НЕ, И/НЕ, исключающее ИЛИ (равнозначность) (рис.5.2). Для этого входные клеммы исследуемых элементов подсоединить к тумблерам логических сигналов, выходы – к индикаторам логических уровней, обозначенным цифрами 1, 2...10. Подавая на вход ЛЭ логическую «1» или «0», наблюдать на индикаторе значение выходного сигнала, сверяя его с таблицей истинности. Рис.5.2.
4. С помощью ЛЭ ИЛИ/НЕ и И/НЕ реализовать ЛФ в соответствии с рис.5.3(а,б). Составить таблицу истинности. Определить полученную ЛФ.
5. Собрать на базе ЛЭ И/НЕ синхронный RS-триггер так, как показано на рис.5.4. Подключить его выходы на индикаторы логических уровней, входные клеммы подключить к тумблерам логических сигналов. Составить таблицу истинности.

**Примечание.** Триггером называется устройство, обладающее несколькими, чаще всего двумя, состояниями устойчивого равновесия.

Триггеры классифицируются по функциональному назначению:

1. триггеры с отдельной установкой «0» и «1» (RS-триггеры);
2. с приемом информации по одному входу (D-триггеры);
3. со счетным входом (T-триггер);
4. универсальный (JK-триггер);

По способу приема информации триггеры подразделяют:

1. асинхронные (неактивируемые);
2. асинхронные (активируемые).

Асинхронный RS-триггер имеет два информационных входа: S - для установки «1», вход R - для установки «0» и два выхода - прямой и инверсный.

Состояние триггера определяется сигналом на прямом выходе и комбинацией входных сигналов.

Синхронный триггер реагирует на информационные сигналы при наличии разрешающего сигнала на специальном входе С.

6. Ознакомиться с работой кольцевого счетчика, предварительно собранным на лабораторном стенде. Схема счетчика представлена на рис.5.5.

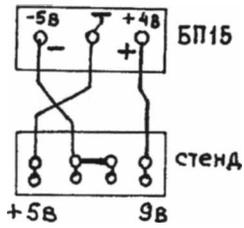


Рис. 5.1. Схема подключения

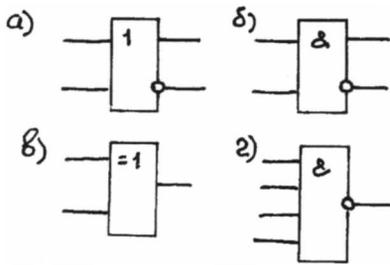


Рис. 5.2. Логические элементы лабораторного стенда: а). ИЛИ, ИЛИ - НЕ; б). И, И - НЕ; в). равнозначность; г). четырехвходовый И - НЕ

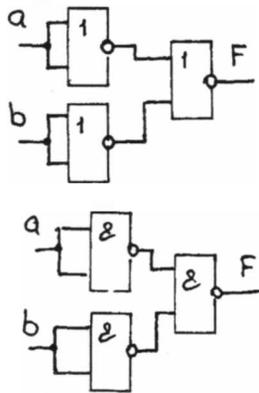


Рис. 5.3. Реализация сложных функций на базе элементов ИЛИ - НЕ и И - НЕ

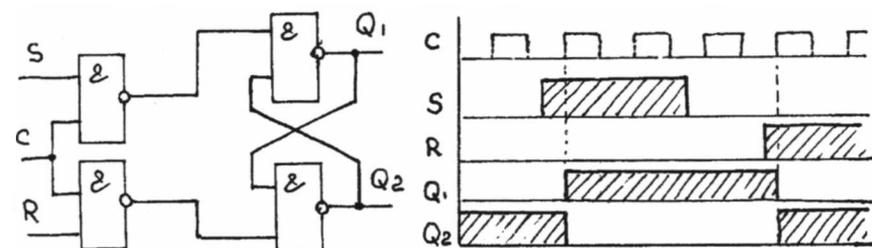


Рис. 5.4. Реализация синхронного RS-триггера на элементах И - НЕ и диаграмма работы

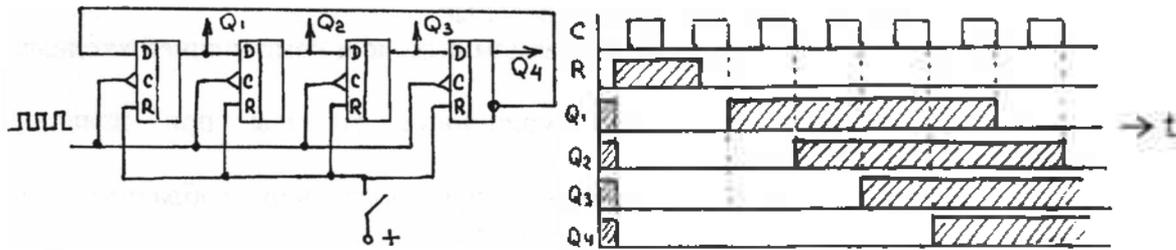
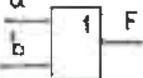
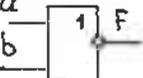
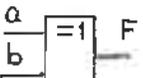


Рис. 5.5. Кольцевой счетчик на D-триггерах и диаграмма работы

Таблица 2

Таблица истинности логических функций и элементов.

№ п/п	Наименование	Условные обозначения	Формула	Таблица истинности															
1.	Повтор (ДА)		$F = a$	<table border="1"> <tr><td>a</td><td>F</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td></tr> </table>	a	F	0	0	1	1									
a	F																		
0	0																		
1	1																		
2.	Отрицание (НЕ), инверсия		$F = \bar{a}$	<table border="1"> <tr><td>a</td><td>F</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	a	F	0	1	1	0									
a	F																		
0	1																		
1	0																		
3.	Дизъюнкция (ИЛИ) логическое сложение		$F = a + b$ $F = a \vee b$ $F = a \cup b$	<table border="1"> <tr><td>a</td><td>b</td><td>F</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </table>	a	b	F	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1
a	b	F																	
0	0	0																	
1	0	1																	
0	1	1																	
1	1	1																	
4.	Стрелка Пирса (ИЛИ - НЕ)		$F = \overline{a + b}$ $F = \overline{a \vee b}$ $F = \overline{a \cup b}$	<table border="1"> <tr><td>a</td><td>b</td><td>F</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	a	b	F	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0
a	b	F																	
0	0	1																	
1	0	0																	
0	1	0																	
1	1	0																	
5.	Конъюнкция (И), логическое умножение		$F = ab$ $F = a \wedge b$ $F = a \cap b$	<table border="1"> <tr><td>a</td><td>b</td><td>F</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </table>	a	b	F	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1
a	b	F																	
0	0	0																	
0	1	0																	
1	0	0																	
1	1	1																	
6.	Штрих Шеффера (И - НЕ)		$F = \overline{ab}$ $F = \overline{a \wedge b}$ $F = \overline{a \cap b}$	<table border="1"> <tr><td>a</td><td>b</td><td>F</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	a	b	F	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0
a	b	F																	
0	0	1																	
1	0	1																	
0	1	1																	
1	1	0																	
7.	Неравнозначность		$F = a \oplus b$ $F = \bar{a}b + a\bar{b}$ $F = \bar{a}b \vee a\bar{b}$	<table border="1"> <tr><td>a</td><td>b</td><td>F</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	a	b	F	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0
a	b	F																	
0	0	0																	
0	1	1																	
1	0	1																	
1	1	0																	
8.	Равнозначность		$F = \overline{a \oplus b}$ $F = ab + \bar{a}\bar{b}$ $F = ab \cup \bar{a}\bar{b}$	<table border="1"> <tr><td>a</td><td>b</td><td>F</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </table>	a	b	F	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1
a	b	F																	
0	0	1																	
0	1	0																	
1	0	0																	
1	1	1																	

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №6

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ И ФИЛЬТРОВ

#### Цель работы

Ознакомление со схемами, принципом действия, особенностями параметров и характеристиками основных схем выпрямления однофазного переменного тока и фильтрами, предназначенными для сглаживания пульсаций выпрямленного напряжения.

#### Описание лабораторного стенда

Электрическая схема стенда приведена на рис.б.1 и состоит из двух частей: первая - три основных типа однофазных выпрямителей, вторая - набор фильтров, которые соединительными проводами подключаются к исследуемому выпрямителю. Контроль основных параметров схемы осуществляется вольтметрами V1 и V2, (форма сигнала контролируется электронным осциллографом (ЭО)). Вольтметром V1 можно контролировать напряжение на выходе выпрямителя и после фильтра, вольтметр V2 измеряет долю переменной составляющей в выпрямленном сигнале.

#### Порядок выполнения работы

1. Внимательно ознакомиться со стендом, его принципиальной электрической схемой, расположением и назначением измерительных приборов.
2. Соединительными перемычками подключить ЛАТР к однофазному выпрямителю В1, а В1 к нагрузке без фильтра.
3. Включить питание, регулятором установить напряжение ЛАТРа  $U_{\sim} = 10$  В. Подключить ЭО к гнездам в тех же точках, что и V1. Измерить напряжение вольтметрами V1 и V2, зарисовать форму сигнала, полученную на ЭО.
4. Повторить те же действия при двух значениях нагрузки при работе следующих фильтров:
  - емкостного (C1, C1 + C5);
  - индуктивного (L);
  - LC - фильтра (L, C5), CL - фильтра (C1, L);
  - П-образного (C1, L, C5);
  - активного (C1 и схема на VT, C1, схема на VT и C5).
5. Подключить ЛАТР к двухполупериодному выпрямителю и повторить действия в соответствии с пп.3, 4.
6. Определить коэффициент пульсации выпрямителя по формуле:

$$K_{\text{п}}' = \frac{1,57 \cdot U_2}{U_1},$$

где  $U_1$  – среднее значение напряжения постоянного тока в нагрузке (V1);

$U_2$  – среднее значение выпрямленного напряжения переменной составляющей (V2).

#### Содержание отчета

Отчет по работе должен включать: принципиальную схему лабораторной установки, таблицу замеров, зарисовки осциллограмм, оценки влияния фильтров ( $K_{\text{п}}'$ ).

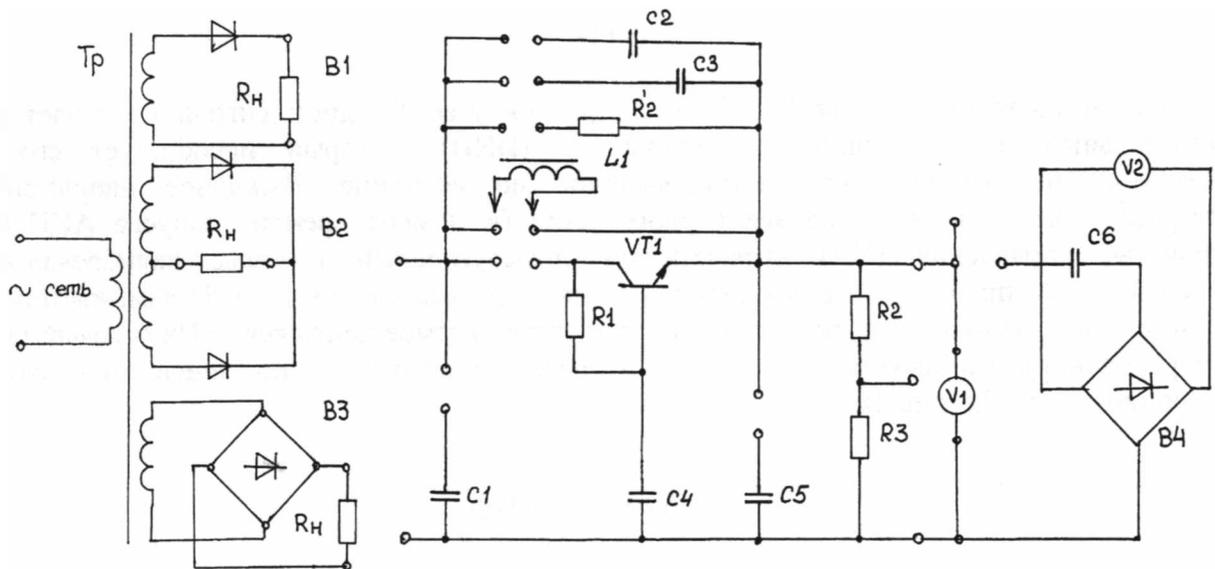


Рис. 6.1. Схема лабораторного стенда для исследования схем выпрямления и сглаживания пульсаций

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ

### ИССЛЕДОВАНИЕ АНАЛОГО-ЦИФРОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ДВОЙНОГО ИНТЕГРИРОВАНИЯ

Цель работы

- 1.) Изучение принципа построения аналого-цифровых преобразователей (АЦП), использующих метод двойного интегрирования.
- 2.) Исследование работы АЦП с помощью осциллограмм сигналов в характерных точках схемы.

Основные теоретические положения

АЦП служат для преобразования исходной аналоговой величины в соответствующий ей цифровой код, являющийся выходным сигналом преобразователя.

В лабораторной работе исследуется АЦП, входящий в состав цифрового вольтметра В7-22, структурная схема которого представлена на рис.1. Название метода связано с тем, что в ходе измерения производится интегрирование двух напряжений: входного и опорного, в течение двух тактов интегрирования.

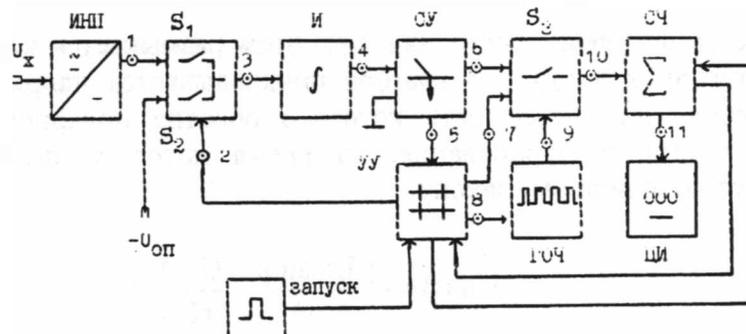


Рис. 1

В исходном состоянии ключи S1, S2 и S3 разомкнуты. Входной сигнал поступает на измерительный нормирующий преобразователь (ИНП), который преобразует его в напряжение постоянного тока, нормированное по величине. Выходное напряжение интегратора равно нулю. В начале первого такта (в момент времени запуска АЦП t1) устройство управления (УУ) вырабатывает прямоугольный импульс калиброванной длительности Δt пр. В момент появления фронта импульса ключи S1 и S3 замыкаются, в результате чего на вход интегратора (И) поступает измеряемое напряжение Ux (первый такт интегрирования). На выходе интегратора напряжение возрастает по линейному закону пропорционально Ux (рис.2):

$$U_{и}(t) = -\frac{1}{\tau_1} \int U_x dt.$$

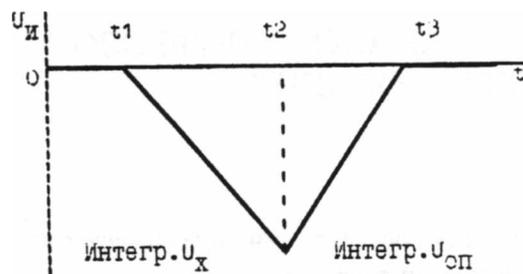


Рис. 2

Одновременно импульсы с частотой f0 начинают поступать с генератора образцовой частоты (ГОЧ) на счетчик импульсов (СЧ). Когда на счетчик поступит Nm импульсов, с выхода одной декады счетчика поступает сигнал в УУ, который прекращает управляющий импульс длительности Δt пр. (момент времени t2). На выходе интегратора устанавливается напряжение

$$U_{и} = -\frac{U_x \Delta t_{пр}}{\tau_1},$$

где τ1 - постоянная времени интегрирования на первом такте.

Счетчик сбрасывается в нулевое состояние, при этом размыкается ключ S1 и замыкается ключ S2. В результате, к входу интегратора прикладывается напряжение от источника опорного напряжения Uоп, полярность которого обратна полярности напряжения Ux. Начинается второй такт интегрирования, во время которого напряжение на выходе интегратора убывает по линейному закону:

$$U_{и}(t) = -\left( \frac{U_x \Delta t_{пр}}{\tau_1} - \frac{U_{от}}{\tau_2} t \right),$$

где τ2 - постоянная интегрирования во втором такте.

Импульсы от ГОЧ продолжают поступать на счетчик. В момент времени  $t_3$  напряжение на выходе интегратора станет равным нулю и сработает сравнивающее устройство (СУ) (компаратор). При этом размыкаются ключи S1 и S3. Для момента времени  $t_3$  справедливо соотношение

$$\frac{U_x \Delta t_{пр}}{\tau_1} - \frac{U_0 \Delta t_{обр}}{\tau_2} = 0$$

где  $\Delta t_{обр}$  - длительность второго такта.

За время  $\Delta t_{обр}$  на счетчик поступило  $N$  импульсов. Код числа импульсов  $N$  через дешифратор для семисегментного индикатора передается в устройство цифровой индикации (ЦИ). Из (1) следует, что

$$U_x \Delta t_{обр} - U_0 \Delta t_{обр} = 0,$$

так как  $\tau_1 = \tau_2$ .

Откуда

$$\Delta t_{обр} = \left( \frac{U_x}{U_0} \right) \Delta t_{пр}.$$

Интервал времени  $\Delta t_{обр}$  прямо пропорционален напряжению  $U_x$ . Из этой формулы следует, что отличительной особенностью данного метода является то, что ни тактовая частота  $f_0$ , ни постоянная интегрирования  $\tau = RC$  не влияют на результат, необходимо только потребовать, чтобы тактовая частота в течение времени  $\Delta t_{пр} + \Delta t_{обр}$  оставалась постоянной. В рассмотренной структурной схеме ЛЦП время первого такта интегрирования получают делением частоты тактовых импульсов, которые используются и при счете. Если тактовая частота снизится на 10%, то на 10% повысится уровень, которого достигает линейно нарастающее напряжение во время прямого интегрирования, и, соответственно, на 10% увеличится время разряда конденсатора, то есть время второго такта интегрирования. Результат преобразования не изменится. Число импульсов  $N$  пропорционально измеряемому напряжению  $U_x$ :

$$\Delta t_{обр} = \frac{N}{f_0}$$

$$N = \left( \frac{U_x}{U_0} \right) * \Delta t_{пр} * f_0 = K * U_x.$$

Точность преобразования в значительной степени определяется разбросом значений опорного напряжения и смещением нуля интегратора и компаратора. В практических схемах смещение нуля устраняется автоматической корректировкой. При помощи данного метода можно легко получить точность до 0,01%.

Метод двойного интегрирования широко используется в цифровых вольтметрах. В не критичных к быстродействию устройствах этот метод обеспечивает хорошие характеристики точности и стабильности при низкой стоимости и обладает высокой помехоустойчивостью к сетевым наводкам и прочим помехам.

### Порядок выполнения работы:

Работа выполняется на лабораторном макете, на котором представлена структурная схема АЦП. Макет не требует подключения к сети питания.

1. С помощью соединительного кабеля с разъемами подключите макет к вольтметру В7-22.
2. Подключение осциллографа к контрольным точкам производится с помощью переходных гнезд, расположенных на боковых поверхностях макета. При подключении слезет соблюсти согласование общих точек схемы АЦП и осциллографа.
3. Включите вольтметр и подайте на его вход напряжение постоянного тока.
4. Произведите осциллографирование сигналов в контрольных точках 2, 3, 4, 6 и 10. Полученные на экране осциллографа кривые зарисовываются в масштабирующей сетке с указанием соответствующих коэффициентов развертки и отклонения по вертикали. В контрольной точке 10 зарисовываются две осциллограммы: общая форма сигнала и форма счетных импульсов, поступающих на счетчик.
5. Повторите осциллографирование при измененном значении напряжения, подаваемого на вход вольтметра.

**Внимание!** Для удобства осциллографирование проводите при закрытом входе осциллографа. Для облегчения синхронизации изображения на экране выберите режим внешней синхронизации, а сигнал внешней синхронизации подавайте от контрольной точки 2. Все осциллограммы снимайте с одним и тем же коэффициентом развертки, за исключением осциллограммы счетных импульсов в точке 10.

### Обработка результатов исследования

1. Зарисуйте структурную схему АЦП двойного интегрирования.
2. Зарисуйте полученные осциллограммы в масштабирующей сетке с указанием соответствующих масштабов.
3. Используя полученные осциллограммы, составьте временную диаграмму работы АЦП для двух значений напряжений, подаваемых на вход вольтметра. (рис.3)
4. По осциллограмме контрольной точки 10 рассчитайте частоту счетных импульсов.

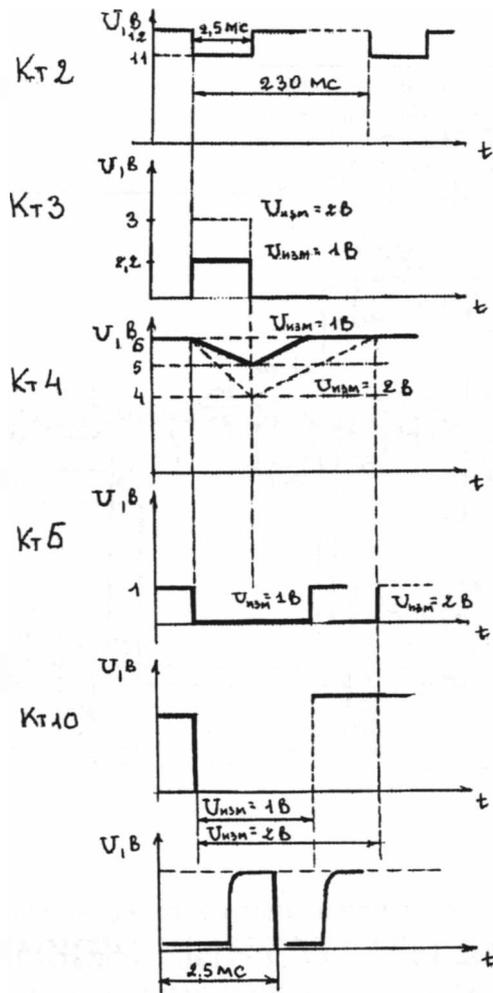


Рис. 3

### Контрольные вопросы

1. Каково назначение АЦП?
2. Какие методы преобразования используют в АЦП?
3. Каковы достоинства и недостатки метода двойного интегрирования?
4. Каков принцип преобразования метода двойного интегрирования?

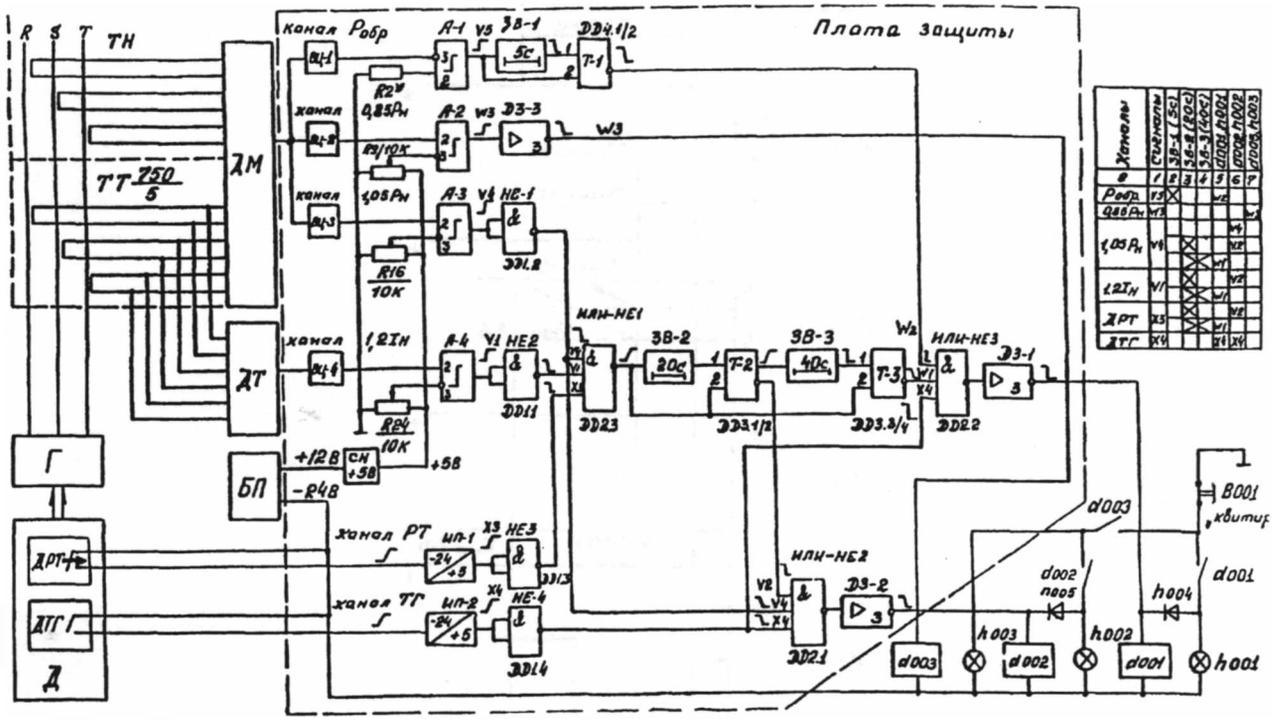


Рис. 4. Структурная схема модернизированного устройства защиты дизель – генераторов

## ИССЛЕДОВАНИЕ НЕШТАТНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ СУДОВЫХ ЭЛЕКТРОМАШИН

### ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1

Исследование трехфазного короткозамкнутого АД при нарушении параметров питающего напряжения, изоляции фазной обмотки и “заклинивании” подшипника

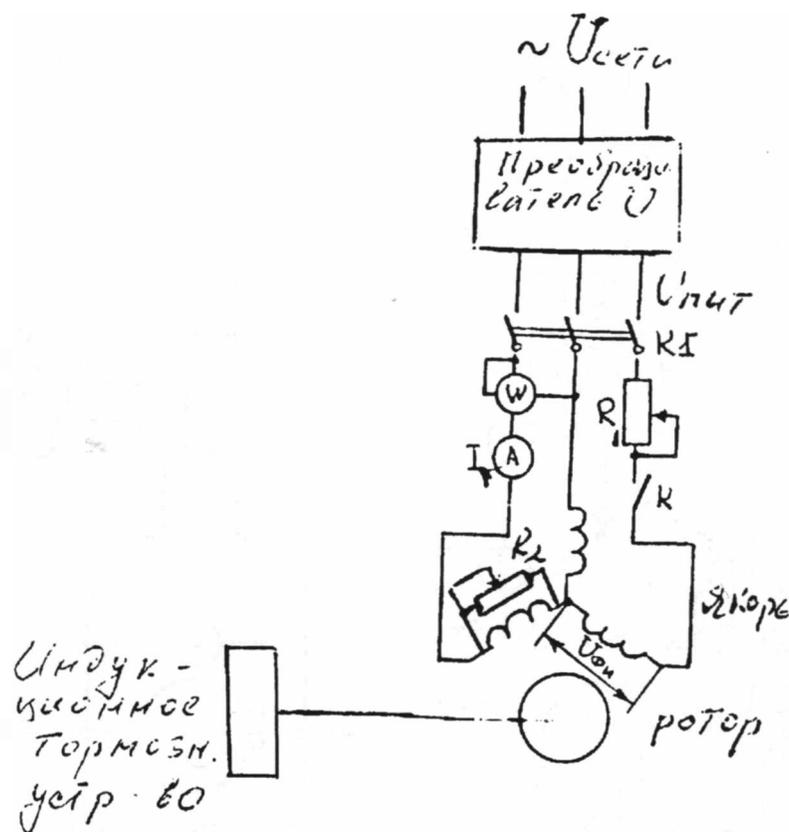


Рис.1 Рабочая схема стенда

R2 – резистор, имитирующий состояние витковой изоляции фазы

Таблица 1

Таблица замеров (АД с короткозамкнутым ротором)

№ п/п	Uпит, В	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	P <sub>1</sub> , Вт	I <sub>1</sub> , А	n <sub>1</sub> , об/мин	Нагрузка
1	Uн	0	∞				холостой ход
2	Uн	0	∞				нагрузка
3	Uпит < Uн	0	∞				нагрузка
4	Uпит < Uн	0	∞			0	торможение вручную
5	Uн	≠ 0	∞				нагрузка
6	Uн	∞	∞				нагрузка отключена
7	Uн	0	≠ ∞				нагрузка
8	Uн	0	0				нагрузка отключена

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2

Исследование нештатных режимов АД с фазным ротором при несимметрии якорной и роторной обмоток.

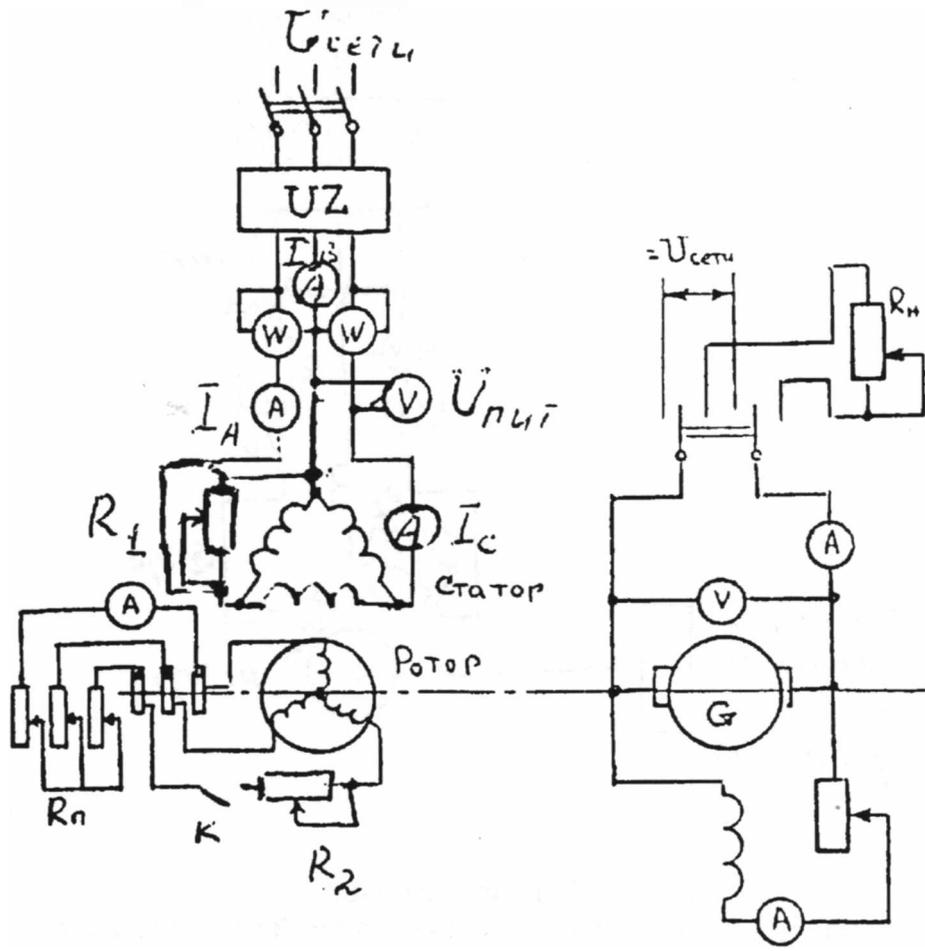


Рис.2 Рабочая схема стенда

Таблица 2

Исследование АД с фазным ротором при нештатных режимах

№ п/п	$U_1$ пит, В	$R_1$	$R_2$	$I_A, A$	$I_B, A$	$I_C, A$	ток ротора, А	$P_1$	п рот.	нагрузка
1		$\infty$	0							холостой ход
2		$\infty$	0							нагрузка
3		$>0$	0							нагрузка
4		$>0$	0							холостой ход
5		$\infty$	$>0$							нагрузка
6		$\infty$	$\infty$							нагрузка

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3

Исследование нештатных режимов синхронной машины

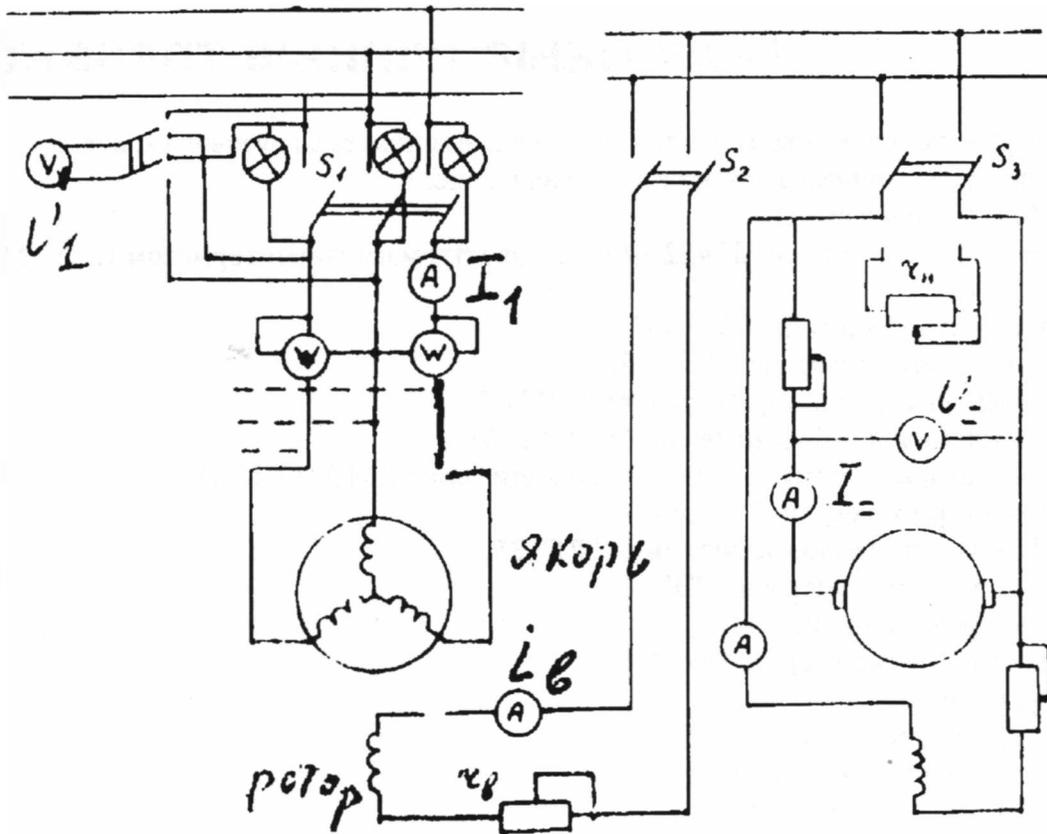


Рис.3 Рабочая схема стенда

Таблица 3.

Исследование нештатных режимов синхронной машины

№ п/п	$U_1, В$	$I_1, А$	$i_B, А$	$P_1, Вт$	$U, В$	$I, А$	Режим
1			$>0$				генераторный
2			0				генераторный
3			$>0$				двигательный
4			0				двигательный (холостой ход)
5			0				двигательный (с нагрузкой)

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ И УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ПАЛУБНЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ НА ОСНОВЕ ТРЕНАЖЁРА.

### Основные данные тренажёра

Тренажёр разработан на основе типового ЭП механизма подъёма грузового крана.

Принципиальная электрическая схема приведена на рис. 1.

Условные обозначения в схеме:

- 1 - Электродвигатель типа МАП 422 - 4/6/12 с электромагнитным тормозом типа ТМТВ - 42 А;
- 2 - Командоконтроллер типа КВ-00183;
- 3 - Магнитный контроллер типа ВТ - 73;
- В, Н - реверсивные контакторы серии КМ 2313-17;
- 1С - контактор малой скорости серии КМ 2312-17;
- 2С, 3С- контакторы средней и большой скорости серии КМ 2313-17/18;
- Т - контактор тормоза серии КМ 2211-9;
- 1 РТ - 4 РТ - электротепловые реле типа ТРТ 135;
- 1 РУ, 2 РУ - реле времени серии РЭМ 21;
- РН - пулевое реле серии РЭМ 212;
- 1 РП - реле торможения серии РЭМ 21;
- ВС - выпрямитель;
- 1 П, 2 П - предохранители;
- СП - резистор в цепи выпрямителя;
- ВУ - выключатель управления;
- КВ, КН - конечные выключатели;
- Задатчик неисправностей.

При резких переключках рукоятки КК в крайние положения происходит плавный пуск или торможение в зависимости от направления переключки. Разгон контролируется реле 1 РУ, 2РУ, торможение - 1 РП. Разгон и торможение осуществляется в одну ступень (работа с выдержкой времени на 2-ой скорости). Все режимы работы грузового устройства в достаточной мере автоматизированы. Реверсивные контакторы помимо электрической имеют механическую блокировку. Окончательная остановка ЭП обеспечивается электромагнитным тормозом. В таблице 2 приведено состояние релейно- контакторной аппаратуры магнитного контроллера в зависимости от положения КК.

Тренажер ЭП механизма подъёма позволяет имитировать 10 различных неисправностей, возможных в реальных условиях работы установки.

Перед вводом неисправностей обучаемый проверяет работу схемы в исправном состоянии. В результате изучения логики работы схемы обучаемый находит повреждение, введенное преподавателем на панели.

Порядок проведения работы на тренажере:

1. Ознакомится с ЭП грузового устройства. Записать паспортные данные основного электрооборудования.
2. Изучить работу ЭП при всех положениях поста управления, включая и резкие переключки рукоятки КК (из «О» в положение «3» «Подъем» или «Спуск»; из «3» «Подъем» в положение «3» «Спуск» или наоборот).
3. По указанию преподавателя на кнопочном посту задания неисправностей устанавливается неисправность определённого элемента схемы. После этого обучаемый приступает к поиску и устранению введённой неисправности. С помощью тренажёра или пробника выявляется неисправный элемент схемы. Затем подаётся питание в схему ЭП и проверяется работа ЭП во всех положениях КК.



## Указания

1. Поиск неисправности начинается с тщательного визуального осмотра всех элементов ЭД и МК, КК.
2. Целесообразно предварительно изучить таблицу №1 замыкания контактов КК и срабатывание коммутационной аппаратуры МК.
3. Срабатывание контактов контакторов, реле проверяется воздействием на подвижную часть аппарата вручную, при этом прибором проверяется состояние контактов.

## Содержание отчёта

1. Принципиальная электрическая схема ЭП тренажёра;
2. Данные основных элементов электрооборудования тренажёра;
3. Таблица срабатывания магнитного контроллера при всех положениях КК.
4. Указать на электросхеме введённые неисправности.

ТАБЛИЦА № 1

Замыкание контактов КК и срабатывание коммутационной аппаратуры МК

Положение Элементы КК, МК	«Спуск»			«0»	«Подъём»		
	«3Н»	«2Н»	«1Н»		«1В»	«2В»	«3В»
КЗ				X			
К 4	X	X	X		X	X	X
К 5	X	X	X				
К 6					X	X	X
К 7			X		X		
К 8		X				X	
К 9	X						
К 11							X
РН	X	X	X	X	X	X	X
1 РУ	X	X	X	X	X		
2 РУ			X	X	X	X	X
1 РП	X						X
В					X	X	X
Н	X	X	X				
Т	X	X	X		X	X	X
1 С			X		X		
21 С		X				X	X
2 С		X				X	X
3 С	X						

ТАБЛИЦА №2

Неисправность	Последовательность поиска неисправности	Мера по устранению неисправности
Не переключается руль	Неисправность кинематических связей, неисправность конечных выключателей или эл. цепей СД в приборе ИМ.	Проверить кинематику. Механические заедания устранить. Омметром проверить замыкание КВ. Проверить цепи СД и неисправность устранить
При виде упр. «Следящий» руль закладывается на борт.	Обрыв в цепи сельсина обратной связи в РД. Обрыв цепи обратной связи (УТ-3).	Проверить цепи сельсина. Проверить монтаж усилителя.
Судно при виде упр. «Автомат» плохо удерживается на курсе.	Отсутствует сигнал производной.	Проверить цепь «Регулировка производной». Проверить БК, усилитель производной УП.
Уход с курса при упр. «Автомат».	Заедания в кинематической линии автоматного сельсина. Обрыв фазных проводов или цепи возбуждения. Неисправно ИУ.	Проверить легкость хода ротора сельсина. Проверить цепи фаз и возбуждения.
Постоянная ошибка при виде упр. «Автомат».		Проверить (ИУ) и при необходимости заменить блок.
Не согласованы показания рулевых указателей и шкалы РД.	Обрыв фазы сельсина указателя положения руля (ДН-500) в приборе РД. Сработало защитное устройство.	Проверить цепи сельсина и устранить неисправность. Устранить причину срабатывания защитного устройства и вернуть его в исходное положение.
Не горят лампы освещения шкал и лампы видов управления.	Сгорели предохранители или лампы. Неисправны реостаты в цепи регулирования подсветки шкал и ламп видов управления.	Проверить омметром предохранители, лампы и реостаты. В случае неисправности заменить их.
Штурвал при виде упр. «Следящий» не возвращается в (ноль).	Неисправные цепи возврата штурвала или элементы в этой цепи.	Проверить цепи, устранить неисправность, при необходимости заменить их.
Мала скорость перемещения управляющего органа Н.	Плохо работает усилитель.	Проверить выходное напряжение усилителя. В случае неисправности заменить его.
При переключении на вид упр. «Автомат» наблюдается резкий уход судна с курса.	Имеется сигнал на выходе ИУ (интегрирующего устройства).	Проверить сброс ИУ в ноль.
Медленное сползание руля из	Сбито положение	Подрегулировать положение

нулевого положения при виде упр. «Простой».	управляющего органа насоса относительно выходного валика ИМ.	управляющего органа с помощью поводка на выходном валике ИМ.
Судно при положении переключателя «Автомат» не одерживается на курсе.	Переключатель видов управления установить в начале на «Следящий» и затем в положение «Простой»	Если положении переключателя «Следящий» работа РЭП нормализуется, то следует определять неисправность в соответствии с табл.№1

ТАБЛИЦА 3

Последовательности поиска неисправностей силовой цепи в РЭГП-4 (рис.1)

ГРЩ QF1, QF2; проводка; контакты контакторов КМ 1, КМ2 автоматы		
2. Схема подключения и переключения М1, М2	SA1, SA2, KVI – реле SA2, SA4, KV2 – реле	Катушки контакторов КМ 1, КМ2
3. Схема контроля перегрузки М1, М2	Трансформатор TV с предохранителями FU, эл. лампой HL1 контроля питания	
а). Контакты тепловой защиты М1иМ2: 1КК1- 1КК3, 2КК1 - 2КК3		
б). Реле KV3, KV4, реле времени КТ1 и КТ2		
в). Реле KV5, KV6, эл. лампы контроля работы М1, М2: HL2, HL3		
г). Ревун НА работает при перегрузке М1или М2, а лампы HL2 или HL3 переходят в прерывистый режим работы (мигание)		
д). Реле KV7 отключает ревун НА кнопкой SB		
е) Эл. лампа HL4 контроля отключения эл. двигателей М1 и М2		

ТАБЛИЦА 4

Последовательности поиска неисправностей элементов в системе управления РЭП

1. "Ручной": Рукоятка – ИМ-Н-СЦ-Р
2. "Простой": Кнопки ПУ-СД-ИМ-Н-СЦ-Р
3. "Следящий": Штурвал ПУ-ДК-У-СД-ИМ-Н-СЦ-Р-РД--- -----ДН-----
4. "Автомат": ГК-СД-СП-НП-МД-ДК-БК-У-СД-ИМ-Н-СЦ-Р-РД--- -----ДН-----

Комплекс конструктивных мероприятий включает сохранение непотопляемости рациональным проектированием судовых устройств и систем, а также снабжением судна надлежащими средствами борьбы за непотопляемость, соответствующей проектной документацией, наставлениями и Информациями.

Несмотря на то, что конструктивные мероприятия обеспечиваются судостроителями, знание и понимание причин принятия данных конструктивных решений является необходимым для инженера-судоводителя. Анализ аварий и гибели судов, показывает, что неправильное понимание конструктивных особенностей судна, неумение прогнозировать его поведение в аварийной ситуации приводят к принятию при эксплуатации неправильных решений, что нередко является причиной гибели судов и людей. В то же время грамотное использование особенностей судна, заложенных при постройке, предотвращает его гибель в положениях, казавшихся безнадежными.

**Организационно - технические мероприятия.** Организационно-технические мероприятия по обеспечению непотопляемости зависят от экипажа судна и проводятся в процессе эксплуатации с целью предупреждения поступления в отсеки воды, а также сохранения посадки и остойчивости судна, предотвращающих его затопление или опрокидывание. К числу таких мероприятий относятся:

- правильная организация и систематическая подготовка личного состава к борьбе за непотопляемость;
- систематическое наблюдение за состоянием всех корпусных конструкций в целях проверки их износа (коррозии), замена отдельных элементов конструкций при текущем или среднем ремонте в случае превышения установленных норм износа;
- планомерная окраска корпусных конструкций (с удалением, по возможности, слоев старой краски, накопление которой отрицательно сказывается на нагрузке и остойчивости судна);
- устранение перекосов и провисаний водонепроницаемых дверей, люков и иллюминаторов, систематическое их расхаживание и поддержание всех задраивающих устройств в исправном состоянии;
- поддержание в исправном состоянии воздухопроводов системы вентиляции, их запорных устройств и грибков вентиляции;
- контроль забортных отверстий, особенно при доковании судна;
- систематические испытания на герметичность водонепроницаемых отсеков и отдельных конструкций корпуса;
- строгое соблюдение инструкций по приему и расходованию топлива;
- устранение перегрузки судна за счет грузов, особенно жидких (например, трюмной воды), перевозка которых не предусмотрена;
- раскрепление грузов по-походному и предотвращение их перемещения при качке (особенно поперек судна);
- компенсация потерь остойчивости, вызванных обледенением судна, путем приема жидкого балласта, мероприятия по удалению льда: скалывание его с бортов и палуб, смывание горячей соленой водой;
- балластировка судна в условиях штормовой погоды;
- устранение свободных поверхностей жидких грузов;
- поддержание всех технических средств борьбы за непотопляемость в состоянии гарантирующем возможность немедленного их использования.

**Борьба за непотопляемость после аварии.** Под борьбой за непотопляемость понимают совокупность действий личного состава, направленных на поддержание и возможное восстановление плавучести и остойчивости поврежденного судна, а также на приведение его в состояние, обеспечивающее ход, управляемость и использование по назначению. Борьба за

непотопляемость после аварии складывается из действий по борьбе с поступлением воды и действий по восстановлению остойчивости и спрямлению поврежденного судна.

Борьба с поступлением воды предшествует всем остальным мероприятиям по борьбе за непотопляемость и лишь в отдельных случаях проводится одновременно с ними. Прекращением поступления воды заканчивается первый этап борьбы за непотопляемость, к концу которого судно должно получить установившиеся элементы посадки и остойчивости. При этом может оказаться, что начальная остойчивость судна, весьма мала или даже отрицательна, а посадка характеризуется большим креном и дифферентом и малой величиной минимального надводного борта или даже входом палубы в воду. В таких случаях, чтобы обеспечить безопасность дальнейшего плавания и использовать судно по назначению, необходимо принять меры по восстановлению остойчивости и спрямлению судна, то есть устранению или уменьшению крена и дифферента.

Если позволяет обстановка, восстановление остойчивости и спрямление следует проводить одновременно с работами по прекращению поступления воды. Однако при этом следует осуществлять лишь те мероприятия, которые не послужат причиной даже кратковременного уменьшения начальной остойчивости судна.

Восстановление остойчивости, как правило, должно предшествовать спрямлению судна. Это особенно важно в случаях, когда, после повреждения судно получает отрицательную начальную остойчивость. Мероприятия по восстановлению остойчивости и спрямлению судна необходимо проводить с минимально возможным расходом запаса плавучести. Им должны предшествовать оценка остойчивости и, в частности, установление опасности появления у судна отрицательной остойчивости и определение посадки судна (крена, дифферента, средней осадки), а также минимальной высоты надводного борта.

Оценка остойчивости после аварии может быть произведена на основании данных о затопленных отсеках. Если имеются основания предполагать, что начальная остойчивость отрицательна или существенно упала (вдвое или больше), необходимо, в первую очередь проводить мероприятия по восстановлению остойчивости.

Наиболее важными из них следует считать те мероприятия, которые предназначены устранять большие свободные поверхности, служащие основной причиной возникновения отрицательной начальной остойчивости. Большие свободные поверхности на высокорасположенных палубах могут появиться вследствие тушения пожаров, повреждения пожарной магистрали, заброса воды при качке через надводные повреждения корпуса. Если не представляется возможным ликвидировать эти поверхности откачиванием воды за борт, то следует спускать воду из вышележащих помещений в нижележащие, по возможности до заполнения последних полностью. Если же свободная поверхность мала или расположена непосредственно под ограничивающей отсек палубой (высокая степень заполнения отсека), то более рациональным представляется заполнение его до палубы забортной водой, которая в этом случае будет играть роль балласта.

Прекращение самопроизвольного перетекания жидких грузов с борта на борт существенно улучшает остойчивость судна и препятствует дальнейшему увеличению крена. Поэтому после повреждения судна должны быть перекрыты клинкеты трубопроводов теплых ящиков, а также топливных и водяных цистерн. При наличии на судне систем перетекания, сообщающих пустые отсеки противоположных бортов и имеющих разобширительные клинкеты, последние, как правило, должны быть всегда открыты.

Жидкие грузы, если они заполняют большое число незапрессованных отсеков, необходимо перекачать, сосредоточив их в запрессованных отсеках.

Водяная балластировка уменьшает запас плавучести судна, но служит весьма эффективным средством восстановления его остойчивости. На каждом судне должно быть заранее установлено, какие отсеки могут быть использованы для балластировки, какой эффект они дают для повышения остойчивости и каков порядок их затопления.

Общим принципом при выборе мероприятий по спрямлению поврежденного судна, как и при восстановлении его остойчивости, должно быть стремление к минимальному расходованию запаса плавучести. Поэтому всегда следует отдавать предпочтение тем из них, которые увеличивают запас плавучести, во вторую очередь, проводить мероприятия, которые не изменяют его, и лишь в последнюю очередь прибегать к мероприятиям, связанным с расходованием запаса плавучести. Перекачивание жидких грузов с борта на борт или из одной оконечности судна в другую создает спрямляющий момент как за счет снятия груза с вошедшего в воду борта (или оконечности), так и за счет приема его на вышедший из воды борт (оконечность). Положительная сторона такого способа заключается и в том, что при этом не расходуется запас плавучести, а отрицательная - в медленности процесса спрямления, обусловленного относительно малой производительностью перекачивающих средств.

При спрямлении судна контрзатоплением отсеков следует стараться получить необходимый спрямляющий момент при минимальном объеме спрямляющих отсеков. Если спрямление судна по каким-либо соображениям прекращают до полного затопления спрямляющих отсеков, то в дальнейшем должны быть приняты меры по дополнительному затоплению некоторых частично затопленных отсеков и осушению других с тем, чтобы устранить свободные поверхности. Выбор спрямляющих отсеков надо производить так, чтобы одновременно с устранением крена уменьшался дифферент судна.

Необходимо отметить, что устранение дифферента контрзатоплением отсеков требует большого расходования запаса плавучести, а в некоторых случаях вообще может оказаться нецелесообразным, так как уменьшение дифферента не будет сопровождаться уменьшением осадки в поврежденной оконечности вследствие приема больших количеств забортной воды. Наиболее рациональным мероприятием по уменьшению дифферента является откачка поступившей воды после заделки пробоины, а в отдельных случаях также продольная перекачка топлива.

# Коэффициенты проницаемости

Расчетная оценка аварийной посадки и остойчивости судна требует знания в качестве одного из исходных данных объема воды и в затопленном отсеке при заданном ее уровне, который отличается от теоретического объема  $v_0$  отсека при том же уровне. Это различие объясняется наличием в отсеке непроницаемых для воды предметов и учитывается коэффициентами проницаемости

$$\mu_j = v / v_0$$

В части V Правил Регистра приведены следующие значения коэффициентов проницаемости отдельных судовых помещений:

## Помещения, в которых установлены судовые механизмы, технологическое

оборудование, помещения электростанций	0,85
Помещения непассажирских судов, занятых грузами или запасами	0,60
Помещения, загруженные порожней колесной техникой, жилые помещения	0,95
Пустые и балластные цистерны	0,98
Грузовые помещения судов с горизонтальной грузообработкой	0,80

Коэффициенты проницаемости помещений с грузом можно более точно определить расчетным путем. Для грузового помещения, загруженного генеральным грузом, коэффициент проницаемости находят в зависимости от массы груза  $p$ , его удельного погрузочного объема  $\chi$  коэффициента проницаемости груза  $\mu$  и объема помещения и  $v_0$  по формуле

$$\mu_j = 0,98 - p * \chi (0,98 - \mu) / v_0 \quad (*)$$

Суммарный коэффициент проницаемости отсека равен

$$\mu_j = (\mu_{тр} v_{тр} + \sum \mu_{тв} v_{тв}) / (v_{тр} + \sum v_{тв}),$$

где  $\mu_{тр}$  - коэффициент проницаемости трюма;

$\mu_{тв}$  - то же твиндека;

$v_{тр}$  - объем трюма;

$v_{тв}$  - объем твиндека.

Коэффициент проницаемости грузового помещения, загруженного контейнерами, вычисляют по формуле

$$\mu_j = 0,98 - K_s * K_h (0,98 - \mu),$$

где  $K_s = \sum S_{кон} / S_{пом}$  - коэффициент заполнения площади;

$K_h = \sum h_{кон} / h_{пом}$  - коэффициент заполнения высоты;

$\mu$  - коэффициент проницаемости груза в контейнере. При неизвестном содержимом контейнеров рекомендуется принимать  $\mu = 0,7$ .

Коэффициент проницаемости грузового помещения с грузом на ролл-трейлерах рассчитывают по формуле (\*), но под величиной  $p$  понимают массу груза без массы ролл-трейлеров.

## Категории затопленных отсеков

При затоплении отсеков судна возможны различные варианты их заполнения. В зависимости от характера затопления различают четыре категории затопленных отсеков (рис. 1):

- отсек первой категории - заполнен водой полностью;
- отсек второй категории - заполнен не полностью (имеет свободную поверхность), но не сообщается с забортной водой;
- отсек третьей категории - заполнен частично и сообщается с забортной водой через пробоину;
- отсек четвертой категории - в нем уровень воды не совпадает с аварийной ватерлинией судна, т.е. это отсек с замкнутой или уменьшающейся воздушной подушкой.

Отсеки первой категории являются обычно следствием аварийного затопления междудонных цистерн из-за касания корпусом грунта. При затоплении отсека первой категории расход запаса плавучести равен объему воды, влившейся в отсек. Плавучесть судна не зависит от того, сообщается отсек первой категории с забортной водой или нет. Начальная остойчивость судна при этом увеличивается.

Аварийное затопление отсеков второй категории может возникнуть при фильтрации воды из соседнего отсека через небольшое повреждение или через заделанную пробоину, когда производительность водоотливных средств близка к интенсивности поступления воды в отсек. Водотушение пожара или иной налив воды также приводит к появлению отсеков второй категории. Изменение плавучести при затоплении отсека второй категории аналогично изменению плавучести при затоплении отсека первой категории. Дополнительное изменение остойчивости определяется отрицательным влиянием свободной поверхности.

Отсек третьей категории, свободно сообщающийся с забортной водой, возникает обычно при навале, посадке на грунт или при аварии забортной арматуры. При затоплении отсека третьей категории количество влившейся воды изменяется в процессе изменения осадки, крена и дифферента поврежденного судна. При этом весь отсек исключается из запаса плавучести, так как вода может беспрепятственно заполнять надводный объем отсека. Изменение начальной остойчивости определяется влиянием геометрии и координат ЦТ потерянной площади ватерлинии. Вместе с тем затопление отсека третьей категории, как правило, не приводит к отрицательной начальной остойчивости, поскольку ее уменьшение из-за потери площади действующей ватерлинии частично компенсируется приемом больших масс воды ниже ватерлинии. Исключения составляют широкие суда ( $B/d > 3,5$ ).

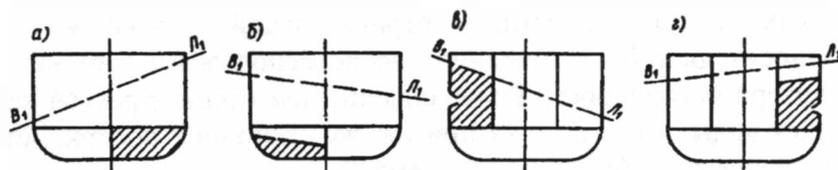


Рис. 7. Затопленные отсеки различных категорий: а). первой; б). второй; в). третьей; г). четвертой.

Аварийное затопление отсека четвертой категории может возникнуть при поступлении воды через низкорасположенное повреждение при герметичности отсека. При затоплении герметичного отсека четвертой категории потеря запаса плавучести определяется количеством влившейся воды, а потеря остойчивости будет промежуточной между потерями

остойчивости при затоплении аналогичных отсеков второй и третьей категорий при равных объемах влившейся воды.

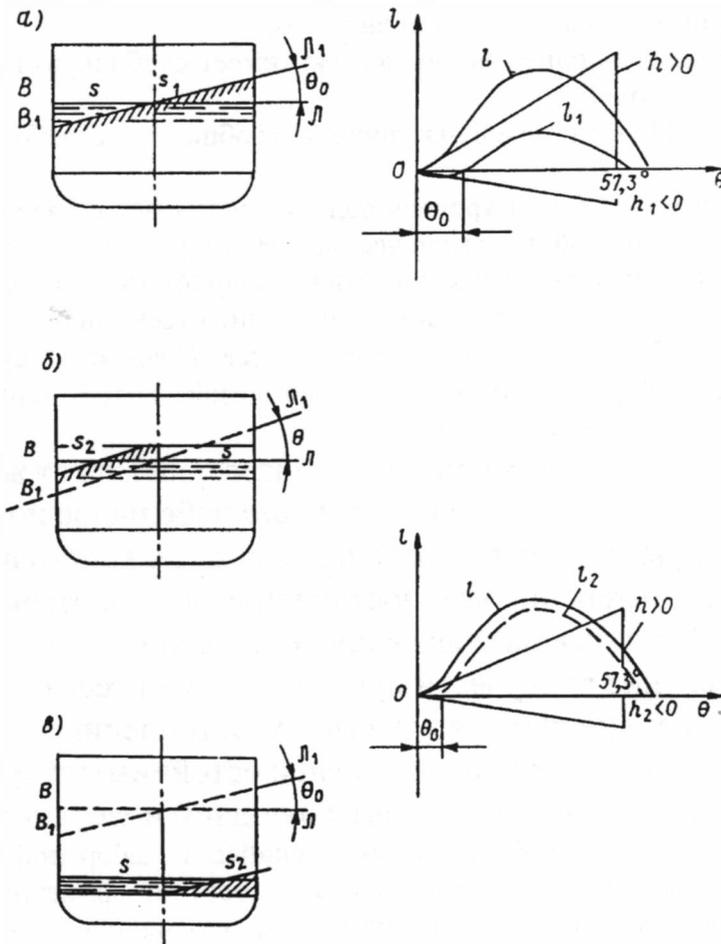


Рис. 8. Влияние свободной поверхности на остойчивость на больших углах крена: а). действительная потеря остойчивости; б, в). недействительные потери остойчивости.

Таким образом, при равных объемах влившейся воды наименее опасным будет отсек первой категории, затопление которого соответствует приему твердого груза, а наиболее опасным - отсек третьей категории. В то же время отсеки второй категории представляют значительную опасность, особенно при многоярусном затоплении в пределах одного автономного отсека, когда отрицательное влияние свободной поверхности, кратное числу затопленных палуб, может привести, к отрицательной начальной остойчивости. При симметричном относительно ДП затоплении высокорасположенные отсеки второй категории с точки зрения потери остойчивости более опасны, чем отсеки третьей категории с тем же объемом влившейся воды, так как у них при той же свободной поверхности положительное влияние веса влившейся воды будет меньше (рис.8).

Для отсеков второй, третьей и четвертой категорий при рассмотрении отрицательного влияния свободных поверхностей воды необходимо учитывать изменение не только начальной остойчивости судна, но и остойчивости на больших углах крена. Для этой цели вводятся понятия действительной и недействительной потерь остойчивости (см. рис.8).

#### Методы расчета непотопляемости

Под расчетом непотопляемости понимают определение параметров посадки и остойчивости судна после затопления одного или нескольких водонепроницаемых отсеков. Эти расчеты

можно выполнять двумя методами: методом приема груза и методом постоянного водоизмещения (исключения).

Метод приема груза, предполагает, что судно принимает жидкий груз, масса которого равна массе влившейся воды. При этом соответственно увеличивается водоизмещение судна и изменяются координаты его ЦТ.

Метод постоянного водоизмещения исключает затопленные отсеки из плавучего объема судна, т.е. изменяется конфигурация обводов корпуса.

Водоизмещение судна и положение его ЦТ при этом не изменяются.

Поскольку оба метода основаны на достоверных предположениях, они дают тождественные результаты для реальных величин, которые можно измерить на судне (осадки, крена, дифферента и т.п.). Значения аварийных метацентрических высот и плеч остойчивости будут различными, так как водоизмещения при применении этих методов разные. Легко показать, что аварийная метацентрическая высота  $h_p$ , определенная по методу приема груза, будет меньше метацентрической высоты  $h_v$ , найденной по методу исключения, в силу равенства коэффициентов остойчивости:

$$\Delta h_v - (\Delta + \rho v) * h_p; h_p < h_v$$

В каждом методе расчеты непотопляемости можно разбить на две группы:

- 1) расчеты параметров посадки и остойчивости после затопления единичного малого отсека или группы малых отсеков, не составляющих в сумме большого (под малым понимают отсек, при затоплении которого изменение средней осадки не превышает 15%);
- 2) расчеты параметров посадки и остойчивости после затопления большого отсека в пределах запаса плавучести судна.

При выполнении расчетов группы 1 следует сделать следующие замечания и допущения:

- все расчетные формулы приближенные;
- судно в пределах изменения посадки прямобортно;
- справедливы метацентрические формулы остойчивости;
- углы крена и дифферента малы (не превышают  $12^\circ$ );
- отсек третьей категории в пределах изменения уровня воды прямостенный, главные центральные оси действующей и всей площади новой ватерлинии параллельны, отсек однороден по проницаемости, в пределах изменения посадки категория отсека сохраняется, абсцисса и ордината ЦТ объема влившейся воды совпадает с координатами ее поверхности;
- до затопления отсека углы крена и дифферента равны нулю или малы; тогда расчетные формулы дадут добавочный крен и дифферент;
- точность расчетов уменьшается с увеличением объема затопленного отсека.

Расчеты непотопляемости, выполняемые при затоплении большого отсека, требуют последовательных приближений. Они также не свободны от допущений, но могут быть доведены до любой степени точности. Следует отметить, что в этом случае неприменимы метацентрические формулы остойчивости, а углы крена и дифферента не ограничиваются малыми значениями. Большой объем расчетных работ и их сложность обуславливают необходимость применения ЭВМ.

С физической точки зрения метод приема груза целесообразно применять в случаях, когда рассматривается затопление отсеков первой и второй

категорий. Для отсеков третьей категории расчет удобнее вести методом постоянного водоизмещения.

### Оперативная оценка непотопляемости

Жизненно важной задачей эксплуатации морского транспортного судна является оперативная оценка его аварийной посадки и остойчивости при реальной загрузке (на "отход") и в конкретной аварийной ситуации. Это объясняется тем, что имеющаяся на судне информация о непотопляемости составлена для типовых случаев загрузки, отличающихся у большинства судов от реальной загрузки.

Следует также иметь в виду, что судно, удовлетворяющее стандарту непотопляемости, при определенных условиях может оказаться потопляемым, и наоборот, что является результатом осреднения требований Правил Регистра к делению на отсеки. Кроме того, эти требования распространяются далеко не на все транспортные суда, так как при минимальном надводном борте (а у большинства накатных судов и при избыточном) их просто невозможно обеспечить. В этом случае капитану аварийного судна необходимо знать, останется ли судно на плаву при принятии надлежащих мер по его спасению или его необходимо покинуть во избежание гибели людей. К сожалению, не имея подобной информации, в экстремальных условиях часто принимают решения умозрительно, что приводит к трагическим последствиям.

Таким образом, очевидно, что в дополнение к построечной информации о непотопляемости судно должно быть снабжено документацией, позволяющей оценить состояние аварийного судна при реальном распределении грузов, запасов и балласта и реальном расположении пробоины. Такая документация также должна содержать рекомендации по борьбе за живучесть и сохранению поврежденного судна. В настоящее время эта актуальная задача решается по следующим направлениям:

1. Упрощение расчетных методик за счет введения дополнительных допущений и приведения их к виду, привычному для практики грузового помощника.
2. Снабжение судна серией графиков, номограмм, грузовых шкал и диаграмм, выполненных методами проектирования и позволяющих быстро и надежно оценить состояние аварийного судна.
3. Применение бортовых ЭВМ, оперативные возможности которых позволяют выполнить два приближения расчета методом постоянного водоизмещения.
4. Использование береговых штабов с мощными ЭВМ, снабженными пакетом программ, позволяющим выполнить расчет непотопляемости сколь угодно точно.

Первое направление, основанное на упрощении расчетных методик, приводит, как правило, к существенным погрешностям, которые не должны превышать в предварительных расчетах 0,5% для отклонения средней осадки и 0,2% для отклонения поперечной метацентрической высоты.

Второе направление определяется нормативными документами ММФ - требованиями к оперативной информации о непотопляемости морских сухогрузных и пассажирских судов. Эти документы содержат нормативы обеспечения аварийной плавучести и остойчивости, порядок расчета и инструкции по использованию номограмм и графиков. Результаты оформляются в виде планшета оперативного контроля непотопляемости.

Третье, и особенно четвертое, направления наиболее перспективны. Ограничения на их использование накладываются объемом внедрения бортовых ЭВМ на судах ММФ и лимитированным бюджетом машинного времени береговых ЭВМ.

При получении судном пробоины в районе машинного отделения (МО) особо важно оценить ходовое время судна, определяемое временем выхода из строя судовой электростанции, в течение которого можно ликвидировать последствия аварии. Критерием оценки этого времени следует принять время затопления МО до уровня генераторов судна. Оно определяется по формуле

$$t_3 = v / (Q_{пр} - Q_{от}),$$

где  $v$  - объем воды, при котором происходит затопление МО до уровня судовых генераторов;

$Q_{пр}$  - количество воды, поступающее через пробоину;

$Q_{от}$  - производительность водоотливных средств.

Количество воды, поступающее через пробоину, равно

$$Q_{пр} = \chi * F * \sqrt{2g(a + \delta a/2)}.$$

Здесь  $\chi$  - коэффициент расхода, принимаемый равным 0,7 для пробоины круглого сечения;

$F$  - площадь пробоины;

$a$  - углубление пробоины;

$\delta a$  - приращение углубления в результате затопления МО до уровня генераторов.

Для нахождения коэффициента расхода пробоины некруглого сечения используют понятие эквивалентного диаметра  $D$ , определяемого из условия равной пропускной способности отверстий различной формы.

$$F_1 / \Pi_1 = F / \Pi$$

где  $F$ ,  $F_1$  и  $\Pi$ ,  $\Pi_1$  - площади и периметры пробоин круглого и некруглого сечений соответственно:

$$D = 4F_1 / \Pi_1.$$

В результате получают следующую формулу для коэффициента расхода пробоины некруглого сечения:

$$\chi_1 = \chi * F / F_1$$

В общем случае количество воды, поступающее через пробоину произвольного сечения, равно

$$Q_{пр} = 8,8 (F_1^2 / \Pi_1^2) * \sqrt{2g(a + \delta a/2)}.$$

Объем влившейся воды  $v$  определяют с учетом коэффициента проницаемости МО, а производительность судовых водоотливных средств - с учетом ее снижения при параллельной работе насосов.

Требования Правил Регистра судоходства к делению морских судов на отсеки

Действующие Правила Регистра судоходства (часть V „Деление на отсеки”) в качестве характеристики обеспечения непотопляемости определяют вероятность его сохранения на плаву после получения пробоины. Если судно удовлетворяет требованиям Правил, то в

символ класса Регистра судоходства вводят знак □, □ или □, определяющий количество любых смежных отсеков, при затоплении которых судно остается на плаву.

Правила Регистра судоходства распространяются на все пассажирские суда, нефтеналивные суда, газовозы, химовозы, на транспортные суда, имеющие в символе класса знаки ледовых усилений УЛА, УЛ и УЛ1; на сухогрузные более 80 м, накатные и промысловые суда длиной 100 м и более; на ледоколы длиной 50 м и более; на спасательные суда; на буксиры длиной 40 м и более; на атомные суда, а также на некоторые другие суда транспортного и технического флота специальных типов. Для всех прочих морских судов рекомендуется принимать все меры для достижения возможно лучших характеристик деления на отсеки, а обязательность применения Правил определяется заказчиком (судовладельцем).

Ввиду опасности спрямляемости судна, имеющего отрицательную начальную остойчивость, а также с целью обеспечения некоторого уровня мореходности поврежденного судна, в Правилах регламентируется (для конечной стадии затопления) минимальное допустимое значение начальной метацентрической высоты непассажирских судов  $h_{ав} = 0,05$  м и предъявляются требования к максимальному углу аварийного крена:  $15^\circ$  для пассажирских и  $20^\circ$  для непассажирских судов. После принятия мер по спрямлению крен пассажирского судна не должен превышать  $7^\circ$  при затоплении одного и  $12^\circ$  при затоплении двух и более смежных отсеков, а крен непассажирского судна во всех случаях не должен превышать  $12^\circ$ .

Для пассажирских судов было сочтено необходимым ввести дополнительные требования к аварийной начальной остойчивости исходя из скопления пассажиров на одном борту поврежденного судна и обеспечения его остойчивости на больших углах крена; эти требования выражаются приводимыми в Правилах формулами для  $h_{ав}$ .

В качестве рекомендации в Правилах регламентируются значения максимального плеча статической остойчивости поврежденного судна, которое должно быть не менее 0,1 м, и протяженности части диаграммы с положительными плечами не менее  $30^\circ$  при симметричном и  $20^\circ$  при несимметричном затоплении, причем если эти рекомендации выполняются, то для непассажирских судов допускается в конечной стадии затопления положительная метацентрическая высота, меньшая 0,05 м.

Приведенные выше требования к аварийной остойчивости и посадке должны выполняться при затоплении одного любого отсека или двух смежных отсеков (в зависимости от числа пассажиров и команды пассажирского судна и размеров непассажирских судов). При этом принимаемые в расчетах значения условных коэффициентов проницаемости судовых помещений получают дальнейшие уточнения.

## ПРОЧНОСТЬ КОРПУСА СУДНА

### Внешние силы и напряжения в корпусе судна

**Определения и общие положения.** Прочностью корпуса судна называется его способность противостоять внешним усилиям, возникающим в процессе эксплуатации судна, без нарушения целостности как всего корпуса, так и отдельных его конструктивных элементов. Прочности корпуса должна соответствовать необходимая жесткость, то есть способность сопротивляться внешним усилиям без значительных изменений формы конструкций. В большинстве случаев при удовлетворении требований к прочности жесткость оказывается достаточной.

Изучая прочность плавающего судна, его корпус рассматривают как пустотелую тонкостенную составную балку переменного по длине сечения, находящуюся под

воздействием сложной системы сил, в число которых входят силы веса и инерции, гидростатические силы давления воды, гидродинамические силы, возникающие при движении судна, и тому подобное. Все эти силы в совокупности вызывают деформацию корпуса, которую в практических расчетах принято разделять на деформацию общего изгиба в продольной и поперечной плоскостях и местные деформации составных элементов корпуса. Соответственно рассматривают общую продольную прочность, поперечную прочность и местную прочность корпуса судна.

При характерных для морских судов соотношениях между высотой борта и шириной корпуса обеспечение общей продольной прочности в обычных условиях плавания на взволнованной поверхности моря приводит также и к обеспечению общей поперечной прочности, которую проверяют только в особых случаях (например, при постановке в док).

Кроме усилий возникающих при общем изгибе корпуса, отдельные его конструкции воспринимают различные местные нагрузки. Например, набор и настил палубы воспринимают вес расположенных на палубе грузов, днище и борта – давление забортной воды и т.д. Проверка прочности этих конструкций под действием таких местных нагрузок является задачей расчета местной прочности.

**Внешние силы, вызывающие общий изгиб корпуса.** При проверке общей продольной прочности корпуса судна рассматривают в условиях воздействия на него только вертикальной нагрузки – сил веса и вертикальных составляющих гидростатических и гидродинамических сил давления воды. Горизонтальные составляющие внешней нагрузки (упор движителей и силы сопротивления воды) не учитывают, так как общие напряжения в связях корпуса от таких сил пренебрежимо малы. Явление общего изгиба корпуса судна, плавающего на взволнованной поверхности воды, схематизируется. Изгибающие моменты, возникающие в различных поперечных сечениях корпуса, разделяют на три составляющие: на изгибающие моменты, возникающие при плавании судна на тихой воде; на дополнительные изгибающие моменты, возникающие при плавании на волнении в результате перераспределения сил плавучести по длине судна и на дополнительные динамические изгибающие моменты, действию которых судно периодически подвергается при ходе на полнениии вследствие ударов днищем о воду. Соответственно разделяют и перерезывающие силы в поперечных сечениях корпуса.

Силы веса и вертикальные составляющие гидростатических сил давления воды (силы плавучести), действующие на судно, плавающее в положении статического равновесия на тихой воде, уравновешены целом, т.е. их равнодействующие равны по абсолютному значению, противоположно направлены и приложены в точках, лежащих на одной вертикали. Однако по длине судна силы веса и плавучести распределены по различным законам, что приводит к возникновению перерезывающих сил и изгибающих моментов, а следовательно, и к общему продольному изгибу корпуса.

Распределение сил веса по длине судна определяется ступенчатой кривой сил веса (рис.9.а), а распределение сил плавучести – ступенчатой кривой сил плавучести (рис.9.б), равновеликой по площади строевой по шпангоутам судна. Вычитая ординаты ступенчатой кривой сил плавучести из ординат ступенчатой кривой сил веса, получают ступенчатую кривую нагрузки  $q$  (рис.9.в). Согласно общей теории изгиба балок первая интегральная кривая от кривой нагрузки будет представлять собой кривую перерезывающих сил  $Q$  (рис.9.г), а вторая интегральная кривая - кривую изгибающих моментов  $M$  (рис.9.д). Все операции по построению указанных выше кривых в совокупности носят название постановки судна на тихую воду.

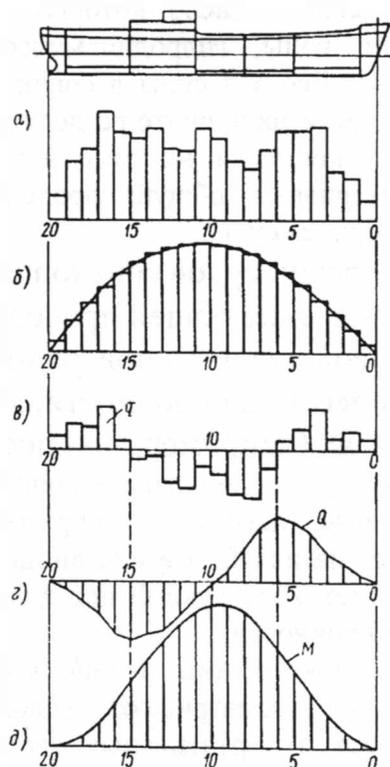


Рис. 9. Эпюры сил веса (а), сил плавучести (б), нагрузки (в), перерезывающих сил (г) и изгибающих моментов (д)

Ординаты кривой сил веса представляют в некотором выбранном масштабе силы веса, действующие на единицу длины судна. Для построения этой кривой длину судна разбивают на двадцать равных по длине участков – теоретических шпаций. Для упрощения расчетов принимают допущение, что в пределах каждой шпации вес распределяется равномерно, вследствие чего кривая получает ступенчатый вид. Исходным документом для построения кривой сил веса служит подробная таблица нагрузки судна, а также чертеж продольного разреза судна, при помощи которого отдельные статьи нагрузки распределяют по теоретическим шпациям. Предложено несколько способов (приемов) построения отдельных составных частей кривой сил веса, в частности кривой сил веса корпуса. Подробное рассмотрение этих способов, представляющее интерес лишь для инженеров-кораблестроителей, выполняющих расчеты общей прочности, выходит за пределы данного курса. Укажем только, что необходимыми условиями правильности построения кривой служат равенство ее площади (с учетом принятых масштабов) водоизмещению судна и совпадение абсцисс ЦТ площади кривой и ЦТ судна.

Кривая сил плавучести представляет собой строевую по шпангоутам, ординаты которой умножены на удельный вес забортной воды и отложены в масштабе, принятом ранее при построении кривой веса. Для упрощения расчетов полученную таким образом главную кривую сил плавучести заменяют равновеликой ей по площади ступенчатой кривой (см. рис.9.б). Отметим, что площади и абсциссы ЦТ ступенчатых кривых сил веса и сил плавучести должны соответственно совпадать в связи с равновесным положением судна.

Построение кривой нагрузки  $q$  не требует пояснений. Отметим только, что если кривая нагрузки построена правильно, то части ее площади, расположенные выше и ниже оси сравнения, будут равны между собой.

Ординаты кривых перерезывающих сил и изгибающих моментов в произвольном сечении с абсциссой  $X$  определяются интегралами

$$Q_x = \int_0^x q_x \cdot dx; \quad M_x = \int_0^x Q_x \cdot dx = \int_0^x \int_0^x q_x \cdot dx^2$$

которые вычисляют табличным способом как интегралы с переменным верхним пределом.

Кривые перерезывающих сил и изгибающих моментов как интегральные по отношению к кривой нагрузки обладают следующими свойствами:

кривая нагрузки пересекает ось сравнения в точках, отвечающих экстремальным значениям перерезывающей силы; кривая

перерезывающих сил пересекает ось сравнения в точках, отвечающих экстремальным значениям изгибающего момента: экстремальные значения кривой перерезывающих сил отвечают точкам перегиба кривой изгибающих моментов.

При плавании судна по взволнованной поверхности моря происходит непрерывное перераспределение сил плавучести по длине судна вследствие изменения профиля волновой ватерлинии в процессе поступательного перемещения (хода) и качки судна. В результате такого перераспределения возникает дополнительная внешняя нагрузка на корпус судна, которая приводит к возникновению дополнительных перерезывающих сил и изгибающих моментов.

В результате килевой и вертикальной качки судна возникают также дополнительные ускорения, а следовательно, изменяются и силы веса.

Кроме того, в условиях такой качки при ходе против встречной волны происходит периодическое оголение носовой оконечности судна; при входе ее в воду на днище действуют значительные гидродинамические силы, вызывающие соответствующий динамический изгиб корпуса судна.

В классической теории общего продольного изгиба корпуса судна на волнении обычно принимают допущение, что с точки зрения общей продольной прочности наиболее неблагоприятными являются такие положения судна, когда его мидель-шпангоут располагается либо на вершине, либо на подошве волны, гребень которой перпендикулярен ДП судна, а длина равна длине судна (рис.10). Если средняя часть судна находится на вершине волны (рис.10.а), то силы плавучести на этом участке возрастают, а к оконечностям убывают. В этом случае корпус судна изгибается, получая перегиб. Наоборот, когда средняя часть судна находится на подошве волны (рис.10.б), силы плавучести посередине уменьшаются, а к оконечностям возрастают и судно получает прогиб.

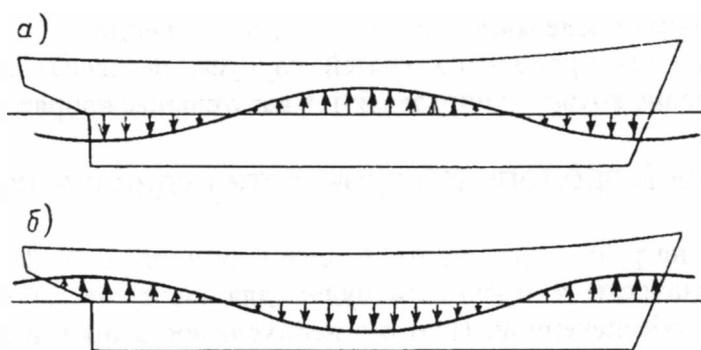


Рис. 10. Судно на вершине (а) и на подошве (б) волны

В тех случаях, когда гребень волны не перпендикулярен ДП судна, его корпус кроме общего продольного изгиба подвергается скручиванию. Однако скручивание, как правило, не является лимитирующим фактором для морских транспортных судов за исключением судов некоторых конструктивных типов, например судов открытого типа (с широкими люками). Для таких судов существует специальная расчетная методика.

Дополнительные перерезывающие силы и изгибающие моменты, возникающие на волнении в результате перераспределения сил плавучести по длине судна, могут быть определены путем расчета, известного под названием статической постановки судна на вершину и подошву волны. В этом расчете кривые сил веса и сил плавучести на тихой воде не используют, а строят только кривую дополнительной нагрузки, интегрированием которой по длине судна получают искомые кривые дополнительных (волновых) перерезывающих сил и изгибающих моментов. Однако, вследствие значительной трудоемкости такого расчета, часто пользуются соответствующими приближенными формулами. Приближенная методика существует также для определения динамической составляющей волновой нагрузки.

Нормальные и касательные напряжения в продольных связях корпуса. С достаточной для практических целей точностью можно принять, что деформация общего изгиба корпуса судна как тонкостенной пустотелой составной балки следует гипотезе плоских сечений и подчиняется общепринятой теории изгиба балок. Согласно этой теории нормальные напряжения в поперечных сечениях по высоте балки изменяются по линейному закону, а по ширине балки остаются неизменными для каждого отстояния от нейтральной оси сечения (проходящей через его ЦТ). Таким образом, нормальные  $\sigma$  и касательные  $\tau$  напряжения в продольных связях корпуса могут быть определены по известным формулам:

$$\sigma = M \cdot z_i / I$$
$$\tau = Q \cdot S / (I \cdot b)$$

- где  $M$  – изгибающий момент, действующий в рассматриваемом поперечном сечении;  
 $z_i$  – отстояние ЦТ поперечного сечения данной продольной связи от нейтральной оси;  
 $I$  – момент инерции площади поперечного сечения продольных связей корпуса относительно нейтральной оси;  
 $Q$  – перерезывающая сила в поперечном сечении;  
 $S$  – статический момент относительно нейтральной оси части площади поперечного сечения продольных связей, расположенной выше или ниже горизонтального сечения, в котором определяются касательные напряжения;  
 $b$  – суммарная толщина продольных связей корпуса, пересекаемых горизонтальным сечением, на уровне которого определяются касательные напряжения.

### Контроль общей продольной прочности судна в эксплуатации

При типовых случаях нагрузки транспортных судов длиной  $L \geq 80$  м, приводимых в Информации об остойчивости и прочности судна для капитана, общую прочность его корпуса можно считать обеспеченной. Поэтому необходимость проверки общей прочности упомянутых транспортных судов в эксплуатации может возникнуть при загрузке трюмов, отличной от типовых случаев, с большой неравномерностью распределения груза по длине судна (например, при загрузке концевых трюмов и отсутствии груза в средних или, наоборот, при загрузке средних трюмов и отсутствии груза в концевых трюмах), а также для выяснения возможности выполнения грузовых операций в порту или на рейде в требуемой последовательности.

Напряженное состояние корпуса судна определяется изгибающим моментом и перерезывающей силой, действующими на судно в различных его поперечных сечениях. Для сухогрузных судов, перевозящих генеральные, лесные и легкие сыпучие грузы, обычно ограничиваются проверкой общей прочности по изгибающему моменту, действующему

в миделевом сечении судна. Для танкеров, а также для судов, предназначенных для перевозки тяжелых навалочных грузов (например, рудовозов), как правило, необходима (в зависимости от возможных случаев нагрузки и по согласованию с Инспекцией Регистра) проверка общей прочности по изгибающим моментам и перерезывающим силам, действующим в нескольких поперечных сечениях корпуса.

Полные изгибающий момент и перерезывающая сила при данном состоянии нагрузки судна складываются из изгибающего момента и перерезывающей силы на тихой воде и дополнительных изгибающего момента и перерезывающей силы от морского волнения, которые практически одинаковы при различных осадках судна. Поэтому без большой погрешности допустимо оценивать и проверять напряженное состояние корпуса судна по значению изгибающего момента  $M_{тв}$  и перерезывающей силы  $Q_{тв}$  на тихой воде. Такое допущение предусмотрено в Правилах Регистра

Типовая информация об остойчивости и прочности грузового морского судна содержит специальные диаграммы контроля прочности, по которым общая прочность судна может быть проверена для любого состояния его нагрузки и в любых условиях его эксплуатации (в рейсе, на рейде, в порту). Каждую такую диаграмму (рис.11) строят в конструкторском бюро на основе формул, приводимых в Правилах Регистра. Поскольку значения моментов сопротивления и площади поперечного сечения продольных связей для каждого конкретного судна известны, эти формулы дают возможность вычислить максимальные допустимые значения  $M_{тв}$  и  $Q_{тв}$ .

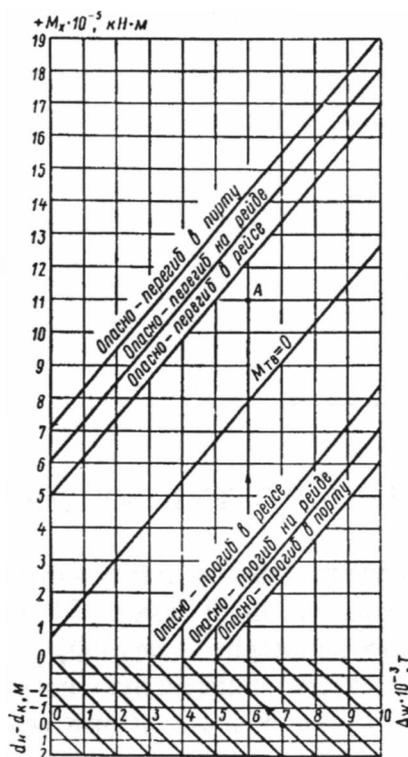


Рис. 12. Диаграмма контроля общей продольной прочности

При наличии диаграммы контроля общей продольной прочности судна по изгибающему моменту или перерезывающей силе, проверку прочности в данном поперечном сечении осуществляют в следующем порядке:

1. Определяют дифферент судна  $d_n - d_k$ .
2. В табличной форме рассчитывают дедейт судна  $\Delta w$ , и сумму  $+M_x$  положительных моментов части дедвейта, расположенной в нос от данного поперечного сечения (табл.2).

3. На диаграмме контроля общей продольной прочности (см. рис.11) откладывают значение дедвейта  $\Delta_w$ , (на рисунке  $\Delta_w = 7000$  т), от полученной точки переходят по наклонной прямой к горизонтали, отвечающей найденному ранее дифференту судна (в данном примере  $d_n - d_k = -2$  м). Через найденную точку проводят вертикаль, на которой откладывают сумму моментов  $+M_x$  и ставят точку А.

Прочность корпуса считается достаточной, если точка А находится в безопасной зоне, то есть для плавания в рейсе, когда она лежит между линиями Опасно-перегиб в рейсе и Опасно-прогиб в рейсе. Если точка А лежит за этими линиями, но между линиями Опасно-перегиб на рейде и Опасно-прогиб на рейде, то прочность достаточна только для погрузки-разгрузки на рейде и т. д.

Допустимые значения суммы  $+M_x$ , определяют по точкам пересечения вертикали для заданного дедвейта и дифферента с соответствующими границами и заносят в таблицу.

Таблица

Расчет изгибающего момента от грузов, входящих в дедвейт

Дифферент . . . . . м	Р, т	+М, кН*м
Судовые запасы Перевозимый груз Балласт Суммы Расчетная Допустимая от (в рейсе) до		

### МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНВЕНЦИЯ О ГРУЗОВОЙ МАРКЕ

**Запас плавучести и грузовые марки.** Запасом плавучести называют непроницаемый для воды объем корпуса судна, расположенный выше ГВЛ и включающий помещения, ограниченные верхней водонепроницаемой палубой, а также водонепроницаемые надстройки и рубки. Он определяет дополнительную нагрузку, которую может принять судно до того, как оно потеряет способность держаться на воде. Запас плавучести, выраженный в процентах от объемного водоизмещения судна, на транспортных грузовых судах составляет 25—30 %, на танкерах 10- 15, на пассажирских судах 80-100 %.

Необходимый запас плавучести судна обеспечивается назначением ему минимальной высоты надводного борта, достаточной для безопасного плавания в определенных районах и в определенное время года.

Высота надводного борта является важной характеристикой, влияющей на прочность корпуса судна, так как она связана с осадкой и высотой борта. Осадка судна служит показателем внешних усилий, действующих на корпус судна от общего продольного изгиба: чем больше осадка, тем больше эти усилия. С целью снижения напряжения в связях корпуса, увеличивающихся по мере его износа, уменьшают осадку судна. От осадки зависит высота надводного борта, а от последней – величина ударных – нагрузок на носовую оконечность.

Чем дальше высота надводного борта в носовой оконечности, тем меньше заливаемость и ударные нагрузки на палубу и в развал борта, а чем меньше осадка, тем больше ударные нагрузки на днище.

Расчеты минимальной высоты надводного борта судна производят в соответствии с положениями, принятыми Международной конвенцией о грузовой марке 1966 г., которая вступила в действие с 21 июля 1968 г. На основании этих положений были разработаны Правила о грузовой марке морских судов, которые определяют минимально допустимый надводный борт, зависящий от главных размерений судна, формы корпуса, типа надстроек, наличия седловатости и степени надежности закрытий различных отверстий в перекрытиях, обеспечивающих водонепроницаемость. Минимальная высота надводного борта нормируется для определенных районов и для определенного времени года. Кроме того, Правила о грузовой марке устанавливают единые принципы и требования, касающиеся предельной загрузки судов. В Правилах о грузовой марке издания 1985 г. имеется карта зон и соседних районов в виде приложения. На карте отмечена продолжительность отдельных погодных состояний для разных районов Мирового океана, соответствующих осадкам, требуемым грузовой маркой. Например, летней зоне соответствует летняя грузовая марка, тропической зоне – тропическая марка. Такие карты можно найти и в справочниках капитанов.

В соответствии с требованиями Конвенции на каждом судне должно иметься свидетельство о грузовой марке, которая в виде условных знаков наносится на его бортах у миделя (рис.12). Организация, выдающая свидетельство, удостоверяет, что общая конструктивная прочность судна достаточна при наличии осадки, соответствующей назначенному минимальному надводному борту судна. Судну не разрешается иметь осадку большую, чем расчетная.

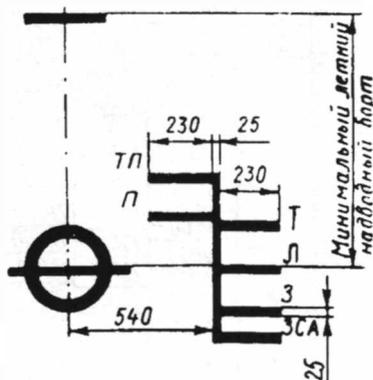


Рис. 12. Грузовая марка, наносимая у миделя

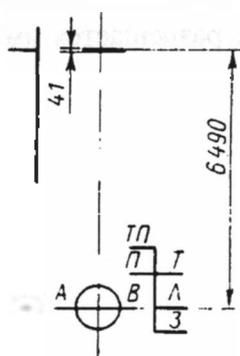
Высота надводного борта - это расстояние, измеренное по вертикали у борта на середине длины судна от верхней кромки палубной линии в виде полосы длиной 300 мм, нанесенной у верхней палубы с обоих бортов так, что ее верхняя кромка совпадает с верхней поверхностью листа палубного стрингера, до верхней кромки линии грузовой марки, соответствующей погодным и географическим условиям.

Грузовая марка (см. рис.12) состоит из кольца шириной 25 мм диска Плимсоля) с пересекающей его полосой такой же ширины, верхняя кромка которой проходит через центр диска. От этой кромки измеряется оазисная высота надводного борта, соответствующая летней осадке судна.

Грузовые марки на судах с минимальным надводным бортом, соответствующие положению грузовой ватерлинии судна при его загрузке в различных зонах, районах и в различные сезонные периоды плавания, представляют собой горизонтальные полосы длиной 230 и шириной 25 мм, примыкающие к вертикальной полосе той же ширины, нанесенной в нос на 540 мм от центра кольца. Используют следующие грузовые марки: летнюю (Л);

зимнюю (З); зимнюю для Северной Атлантики (ЗСА); тропическую (Т); грузовую марку для пресной воды летом, наносимую слева от вертикальной линии (П); тропическую марку для пресной воды (ТП). На судах, перевозящих лесные грузы; назначают лесной надводный борт и в дополнение к обычным грузовым маркам наносят лесные грузовые марки, для чего от кольца (диска Плимсоля) проводят вертикальную линию на расстоянии 540 мм от центра кольца. От нее в корму наносят марки, отвечающие положению грузовых ватерлиний при загрузке судна лесом в разных зонах, районах и в разные сезонные периоды. Для решения задач, связанных с проверкой достаточности загрузки судна и сохранением требуемого минимального надводного борта, судоводители пользуются грузовой шкалой (рис.13).

При эксплуатации судна могут встречаться различные варианты загрузки, два из которых следующие: судно, выходя в рейс, имеет избыточный надводный борт, будучи загруженным легким грузом; судно имеет минимальный надводный борт, приняв тяжелый груз. В первом случае судно, имея законное право принять дополнительное количество груза до осадки, соответствующей минимальному надводному борту, не могло это сделать из-за недостатка места. Во втором – грузовые помещения судна полностью заполнены не были, но принять дополнительный груз судно не могло. По Правилам о грузовой марке судно с минимальным надводным бортом дополнительного груза принимать не имеет права, так как при проектировании прочность корпуса определяется для судна с минимальным надводным бортом. При высоте надводного борта, меньшей минимальной, прочность судна будет недостаточной, а при перевозке легкого груза прочность судна будет избыточной в связи с тем, что высота его надводного борта больше минимальной.



М	Осадка		Дедвейт			ЛЗ
	Футы	англ.	т	англ. т	т	
11	37	3700	37000	28000	21000	101
	36	3600	36000	27000	20000	100
10	35	3500	35000	26000	20000	99
	34	3400	34000	25000	20000	98
	33	3300	33000	24000	20000	97
9	32	3200	32000	23000	20000	96
	31	3100	31000	22000	20000	95
8	30	3000	30000	21000	20000	94
	29	2900	29000	20000	19000	93
	28	2800	28000	19000	18000	92
7	27	2700	27000	18000	17000	91
	26	2600	26000	17000	16000	90
6	25	2500	25000	16000	15000	89
	24	2400	24000	15000	14000	88
	23	2300	23000	14000	13000	87
5	22	2200	22000	13000	12000	86
	21	2100	21000	12000	11000	85
4	20	2000	20000	11000	10000	84
	19	1900	19000	10000	9000	83
	18	1800	18000	9000	8000	82
3	17	1700	17000	8000	7000	81
	16	1600	16000	7000	6000	80
2	15	1500	15000	6000	5000	79
	14	1400	14000	5000	4000	78
1	13	1300	13000	4000	3000	77
	12	1200	12000	3000	2000	76
0	11	1100	11000	2000	1000	75
0	10	1000	10000	1000	0	74

Рис. 13. Грузовая шкала

Если суда проектируют для работы на линиях, на которых необходимо перевозить только легкие грузы, то их осадка невелика, и они имеют прочность корпуса, соответствующую этой осадке (при избыточном надводном борте). Грузить такие суда более тяжелым грузом до большей осадки запрещается.

Загрузка любого судна, при которой высота его надводного борта меньше минимальной, считается опасной и не может допускаться во время эксплуатации. Однако всем судам, имеющим минимальную высоту надводного борта, всегда разрешается плавать с избыточной высотой надводного борта.

Окончательный расчет высоты надводного борта для вновь проектируемого судна производят при выполнении технического проекта. Изменяя седловатость судна и объемы надстроек, можно значительно уменьшить или увеличить требуемую высоту минимального надводного борта. Так, меняя только седловатость, можно уменьшить высоту минимального надводного борта и увеличить осадку на 0,5 - 1,2м в зависимости от размеров судна.

Масса корпусов сухогрузных судов с избыточным надводным бортом, как правило, меньше на 2 – 5 % массы корпусов судов с минимальным надводным бортом.

При расчетах минимального надводного борта по Правилам о грузовой марке для обычных сухогрузных судов высоту базисного (исходного при расчете) надводного борта принимают большей, чем для танкеров. Это вызвано тем, что отверстия в палубах танкеров имеют небольшие размеры в отличие от отверстий в палубах сухогрузных судов (рис.14). Кроме того, отверстия в палубах танкеров имеют надежные закрытия, обеспечивая большую безопасность эксплуатации в самых сложных условиях плавания.

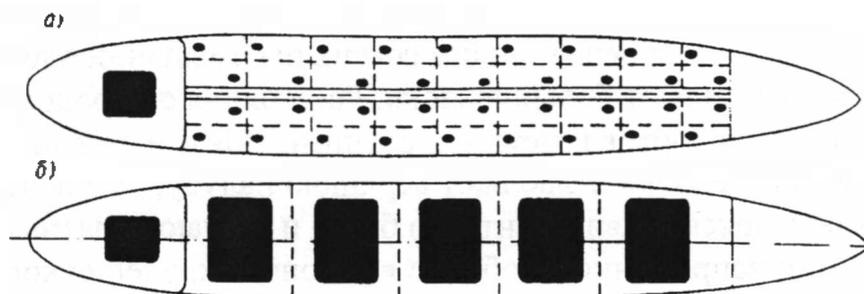


Рис. 14. Отверстия в верхней палубе: а). танкера с тремя продольными переборками; б). сухогрузного судна

В связи с тем, что высота базисного надводного борта у сухогрузного судна больше, чем у танкера такой же длины, осадка танкера с полным грузом больше, чем осадка сухогрузного судна с полным грузом. Это создает ряд особых условий. Например, при равной загрузке у танкера максимальный изгибающий момент и заливаемость больше, чем у сухогруза. Для того чтобы вода быстрее скатывалась с палубы, на танкерах фальшборты не делают, и ограничиваются установкой леерных ограждений вдоль бортов. Для прохода по палубе устраивают переходный мостик, возвышающийся над палубой и идущий между кормовой и носовой надстройками в ДП судна. На очень крупных танкерах, имеющих очень большую высоту надводного борта и, следовательно, слабую заливаемость, мостик не делают. Палуба таких танкеров гладкая и не имеет ни бака, не седловатости.

Для судов, проектируемых с избыточным надводным бортом, размеры связей поперечных сечений корпуса определяют расчетным путем на основании действующих напряжений, возникающих при осадке, соответствующей назначенному надводному борту.

При седловатости палубы, оказывающей большое влияние на архитектурный вид судна, высота надводного борта в оконечностях увеличивается. Однако на судне с седловатостью создаются трудности при укладке и креплении палубного груза, при перемещении колесной техники по верхней палубе, при размещении ящиков с грузом в трюмах из-за изменения высоты по длине судна. Поэтому все чаще современные танкеры, лесовозы, газовозы, щеповозы, суда для навалочных грузов и суда, перевозящие колесную технику на верхней палубе, строят без седловатости. По этой же причине днище делают горизонтальным, без килеватости в средней части судна. Отсутствие седловатости способствует уменьшению массы корпуса. Дополнительные объемы в оконечностях судна без седловатости с целью увеличения плавучести, непотопляемости могут быть получены за счет удлинения надстроек. Причем при удлинении концевых надстроек (бака и юта) уменьшается требуемый минимальный надводный борт. В результате осадка судна увеличивается, и оно может перевозить больше груза.

Приспособленность судна к укладке груза, к его перемещению и к грузовым операциям оказывает очень большое влияние на экономические показатели судов, особенно сухогрузных, перевозящих генеральные грузы. Добиться удобства проведения грузовых операций можно только при рациональном проектировании грузовых помещений с учетом рода перевозимого груза и его размеров.

В последнее время все шире распространяется перевозка грузов укрупненными местами (пакетами, контейнерами). Для их погрузки и выгрузки в палубе, в бортах и в корме устраивают большие вырезы (люки, лацпорты).

На судах с вертикальным способом погрузки и выгрузки, при котором грузовые операции производят при вертикальном перемещении отдельных грузовых мест и их закреплении без всяких перемещений вдоль и поперек судна, в палубах делают большие люки. Расстояния от продольных кромок этих люков до бортов и между соседними люками по длине гонеем небольшие. Такие люки ослабляют верхнюю палубу, уменьшают ширину верхнего пояса эквивалентного бруса и создают опасные очаги концентрации напряжений, особенно в условиях кручения корпуса судна. Кроме того, возникают трудности при обеспечении прочности и водонепроницаемости люковых закрытий, а также закрытий бортовых лацпортов.

Размеры грузовых помещений и вырезов в корпусе необходимо назначать кратными размерам контейнеров международного стандарта ИСО.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
<b>РАЗДЕЛ I СУДОВЫЕ МЕХАНИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ</b>	<b>3</b>
Обеспечение безопасной эксплуатации СЭУ	5
Требования к судовым дизелям, сформулированные в приложении IV к МК MARPOL 73/78 и техническом кодексе по выбросам окислов азота	10
Контроль технического состояния судовых дизелей, обнаружение неисправностей	20
<b>РАЗДЕЛ II ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ</b>	<b>33</b>
Тезисы лекций	35
Международная конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты	40
Международный кодекс по управлению безопасной эксплуатацией судов и предотвращением загрязнения (Международный кодекс по управлению безопасностью (МКУБ))	60
Извлечения из консолидированного текста конвенции СОЛАС – 74	65
Извлечения из резолюции ИМО А.787(19) “Процедуры контроля судов государством порта”	67
Международные стандарты	73
Извлечение из инструкции завода изготовителя по эксплуатации дейдвудных уплотнений Simplex – Compact – Seal	76
<b>РАЗДЕЛ III ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ И ЭЛЕКТРОНИКА</b>	<b>79</b>
Внутрисудовая связь	
Машинные и моторные телеграфы	81
Пожарная сигнализация	87
АТС	109
Сотовая связь	111
Усилители	114
Условные обозначения в электрических схемах	118
Диагностирование СЭО	125
Нагрузочные характеристики	130
Включение генераторов переменного тока на параллельную работу	139
Системы автоматического регулирования напряжения синхронных генераторов	143
Датчики и исполнительные устройства систем автоматического	

Управления (САУ)	148
	Стр.
Системы управления	158
Практические занятия по курсу "Системы управления"	
Практическое занятие № 1	160
Практическое занятие № 2	163
Практическое занятие № 3	166
Практическое занятие № 4	168
Исследование полупроводниковых приборов: биполярных транзисторов, полевых транзисторов, диодов, стабилитронов, тиристоров	172
Исследование усилителя переменного тока	176
Исследование усилителей постоянного тока на операционных усилителях	177
Исследование генераторов сигналов различной формы	179
Исследование основных логических функций, элементов и устройств	182
Исследование выпрямителей и фильтров	185
Исследование аналого-цифрового преобразователя двойного интегрирования	187
Исследование нештатных режимов работы судовых электромашин	192
Определение и устранение неисправностей палубных электроприводов на основе тренажера	195
<b>РАЗДЕЛ IV ОСТОЙЧИВОСТЬ И ПРОЧНОСТЬ СУДНА</b>	<b>201</b>
Корпус судна и его основные элементы. Термины и определения	203
Требования Регистра судоходства к остойчивости морских судов	206
Непотопляемость судна	210
Прочность корпуса судна	220
Международная конвенция о грузовой марке	226