

Министерство транспорта России
Федеральная служба морского флота
Морской государственный университет
имени адмирала Г. И. Невельского
Кафедра технические средства судовождения

ГИРОКОМПАС PGM-C-009

Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ

Специальность 24.02.00

Составил А. В. Артемьев

Владивосток 2007

Продукция №
в плане издания
учебно-методической
литературы МГУ им.адм. Г.И.
Невельского на 2007 г.

Рецензент

к.т.н. доцент Г. Н. Шарлай

Андрей Владимирович Артемьев

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА СУДОВОЖДЕНИЯ
ГИРОКОМПАС PGM-C-009

Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ

Специальность 24.02.00

Печатается в авторской редакции

Уч.-изд.л. 1.2
Тираж 100 экз.

формат 60x84/16
Заказ №

Отпечатано в типографии ИПК МГУ им.адм. Г.И. Невельского
Владивосток, 59 ул. Верхнепортовая, 50а

Введение

Известно, что одним из важнейших навигационных приборов, используемых на судах морского флота, является гирокомпас. Данная система позволяет судоводителю получать непрерывную информацию о курсе судна и решать ряд задач, обеспечивающих безопасность мореплавания.

Предлагаемое учебно-методическое пособие позволит ознакомиться с вопросами конструкции и эксплуатации отечественного гироскопического указателя курса нового поколения PGM-C-009, созданного Пермской научно-производственной приборостроительной компанией.

Гирокомпас «PGM-C-009» предназначен для определения курса судна относительно географического меридиана в режиме гирокомпаса (GC) или угла отклонения от заданного направления – режим гироазимута (DG).

В связи с тем, что в настоящее время информация о данном гирокомпасе практически отсутствует, предлагаемое учебно-методическое пособие позволит, в соответствии с программой получить необходимую информацию о гироскопическом указателе курса нового поколения (PGM-C-009).

1. Принцип построения гирокомпаса.

Гирокомпас PGM-C-009 представляет собой двухрежимный, корректируемый гироскопический указатель курса и предназначен для определения курса относительно географического меридиана – в режиме гирокомпаса или угла отклонения от заданного направления – в режиме гироазимута.

В качестве чувствительно элемента гирокомпас имеет трех степенной динамически настраиваемый гироскоп (ДНГ), обеспечивающий требуемую точность курсоуказания, устойчивость к механическим и климатическим воздействиям.

Динамически настраиваемый гироскоп (Рис.1.1) имеет внешний ротор 1. внешний ротор с помощью ортогональных торсионов 3,4 и промежуточного кольца 5 связан с валом, который приводится во вращение от электродвигателя 6. Из рисунка видно, что схема подвеса ротора эквивалентна шарниру (шарниру Гука) и представляет собой внутренний вращающийся подвес. Существенной особенностью торсионов является сравнительно малая их жесткость на кручение по сравнению с жесткостью на изгиб. Поэтому изгибные деформации пренебрежительно малы. Уникальная

особенность данного подвеса состоит в том, что при определенном соотношении моментов инерции промежуточного кольца, коэффициента упругости торсионов на кручение и угловой скорости собственного вращения, момент динамической реакции промежуточного кольца

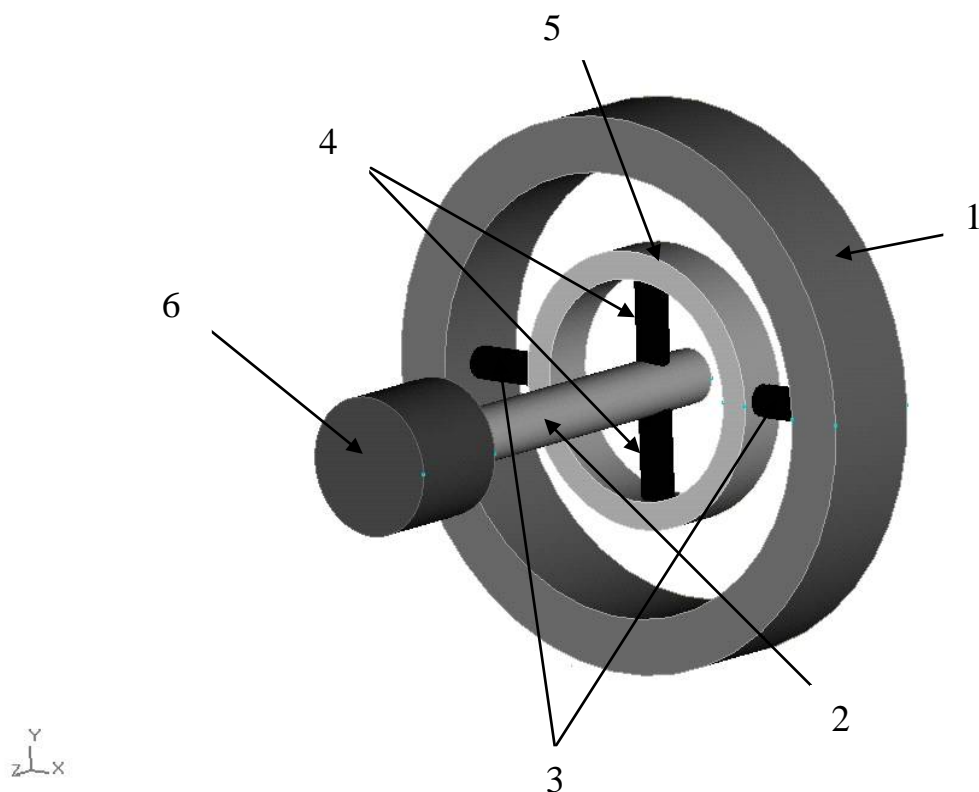


Рис. 1.1 Динамически настраиваемый гироскоп

компенсирует момент упругости торсионов, в внешний ротор становится свободным от воздействия моментов сил упругости.

Структурная схема гироскопа приведена на рис. 2.1, где показаны следующие элементы: приводной электродвигатель 1; ДНГ 2; горизонтальное кольцо карданового подвеса 3; датчик момента относительно оси OY DM_y 4; датчик момента относительно оси OZ DM_z 5; акселерометр 6; вертикальное кольцо внешнего подвеса 7; датчик угла рассогласования по высоте () DU_y 9; усилители в цепи датчиков моментов 10; двигатель стабилизации относительно оси OZ DC_z 11; микропроцессор 12, обеспечивающий координатное преобразование с устройствами сопряжения; палуба судна 13; усилитель в цепи сигнала рассогласования по высоте () DU_z 15; двигатель

Гирокомпас работает следующим образом. При подаче питания в начальный момент времени идет разгон гиromотора. При этом работа следящей системы отключена. После разгона гиromотора включается управление следящей системы от $ДУ_x$ и $ДУ_y$. При этом сигнал с акселерометра поступает на горизонтальный канал управления датчика момента $ДМ_y$ и осуществляет горизонтирование чувствительного элемента. Затем через определенное время (4 – 5 мин) сигнал с акселерометра поступает в оба канала управления датчиками моментов ($ДМ_y$ и $ДМ_z$). Датчики момента $ДМ_y$ и $ДМ_z$, воздействуя на чувствительный элемент вызовут его прецессию в вертикальной и горизонтальной (в сторону меридиана) плоскостях, что приведет к появлению на датчиках угла $ДУ_y$ и $ДУ_z$ напряжений рассогласования, пропорциональных сигналу с акселерометра. Эти напряжения через усилители поступят на двигатели стабилизации $ДС_y$ и $ДС_z$, которые вызовут поворот горизонтального карданового подвеса в вертикальной плоскости и вертикального кольца внешнего подвеса в горизонтальной плоскости.

Таким образом, через 4 – 5 минут после включения гирокомпаса начинается автоматическое приведение чувствительного элемента в плоскость меридиана.

Сигнал по горизонтальной оси служит для придания прибору гирокомпасного свойства. А сигнал по вертикальной оси – для демпфирования колебаний.

Для управления чувствительным элементом используется электронная схема коррекции, устраняющая скоростную ($ВУ1$) и широтную ($ВУ2$) погрешности.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается особенность конструкции чувствительного элемента гирокомпаса PGM-C-009?
2. Какую роль выполняет акселерометр?
3. Для какой цели служит горизонтальный канал коррекции?
4. Для какой цели служит вертикальный канал коррекции?
5. Для какой цели служит горизонтальный канал управления?
6. Для какой цели служит вертикальный канал управления?
7. Поясните принцип работы гирокомпаса.

2. Основные технические характеристики гирокомпаса.

Как уже отмечалось выше, гирокомпас PGM-C-009 предназначен для определения курса судна относительно географического меридиана в режиме гирокомпаса (GC) или угла отклонения от заданного направления – в режиме гироазимута (DG).

Благодаря малым размерам, малой потребляемой мощности гирокомпас может использоваться на судах любого водоизмещения, в том числе и на высокоскоростных судах.

Гирокомпас питается от источника постоянного тока 24В. Допустимый диапазон от 18 до 36В. Потребляемая мощность гирокомпаса в пусковом режиме 90 Вт, в рабочем – 30 Вт.

Рабочие характеристики гирокомпаса:

- установившаяся погрешность $0,2^{\circ}$ Sec φ;
- погрешность гирокомпаса при различных условиях его эксплуатации (маневрирование, качка) $0,6^{\circ}$ Sec φ;
- время прихода гирокомпаса в меридиан с точностью $0,7^{\circ}$ менее 45 минут при первоначальном отклонении чувствительного элемента от меридиана $\pm 30^{\circ}$;
- диапазон компенсации влияния широты плавания от 89° N до 89° S;
- диапазон компенсации влияния скорости судна от 0 до 90 узлов;
- диапазон рабочей температуры от -15 до $+50$ градусов.

Скоростная погрешность и погрешность затухания (широтная погрешность) исключается из показаний гирокомпаса путем коррекции положения чувствительного элемента. Необходимые корректирующие сигналы формируются в блоке коррекции по данным внешней информации о скорости судна и широте места.

У рассматриваемого гирокомпаса имеется возможность подключения лага и GPS приемника и возможность получения информации о курсе судна, как в аналоговой форме, так и в цифровой.

Кроме основных режимов работы «Гирокомпас» и «Гироазимут», прибор имеет специальный выход информации об угловой скорости поворота судна.

Основной прибор имеет следующие размеры:

- - высота 290 мм.;
- - длина 295 мм.;
- - ширина 230 мм.

Вес основного прибора гирокомпаса составляет 12,5 кг.

В принудительном охлаждении прибор не нуждается.

Гирокомпас «PGM-C-009» по своим техническим параметрам соответствует требованиям Морского Регистра РФ, Резолюциям ИМО и международным стандартам.

3. Комплектация гирокомпаса.

Гирокомпас может поставляться в различных комплектациях. Причем неизменной частью комплекта является базовая комплектация гирокомпаса. Другие комплектации различаются типом периферийных приборов. На рис.3.1 представлена базовая комплектация гирокомпаса (00), которая состоит из основного прибора МУ-6. Эта комплектация используется при интегрировании гирокомпаса в навигационную систему.

На рис. 3.2 показана комплектация гирокомпаса. В которой в качестве потребителей используется репитера с цифровым входом или шаговые репитера. Как правило, подобная комплектация гирокомпаса используется на вновь строящихся судах, где устанавливается современная периферия (репитера, курсограф, авторулевой с цифровым входом курса и т.д.). В состав данного комплекта входят следующие приборы:

- основной прибор ;
- блок питания БП 36-001;
- распределительная коробка РК 1;
- репитера 19 РШМ, 38 РЦМ;
- курсограф 23Ц (на рисунке не показан).

На рис. 3.3 представлена комплектация (04), которую используют при замене устаревших гирокомпасов с аналоговыми репитерами. В состав данного комплекта гирокомпаса входят следующие приборы:

- основной прибор МУ-6 ;
- транслятор курса ТКЦ;
- репитера 19Н, 38Н;
- курсограф 23.

На рис 3.4 приведена комплектация гирокомпаса (06), которую применяют при подключении смешанной периферии: аналоговые и цифровые потребители. В состав комплекта входят:

- основной прибор МУ-6 ;
- блок питания БП 36-001;
- распределительная коробка РК 1;

- репитера 19 РШМ, 38 РЦМ;
- курсограф 23 или 23Ц (на рисунке не показан);
- транслятор курса ТКЦ;
- репитера 19Н, 38Н.

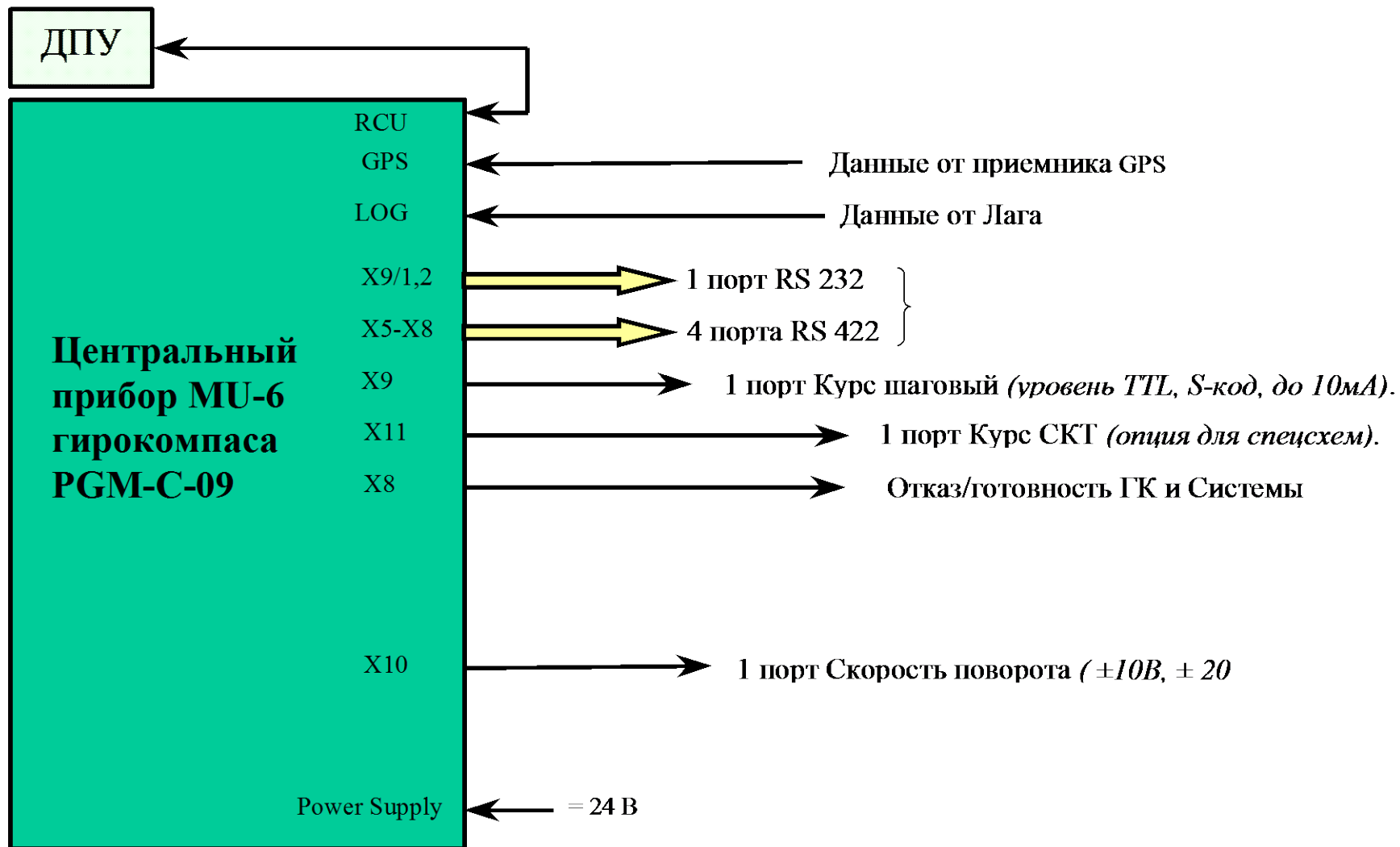


Рис.3.1 Структурная схема ГК «PGM-C-09» в базовой комплектации 00 (без ДПУ), 01 (с ДПУ)

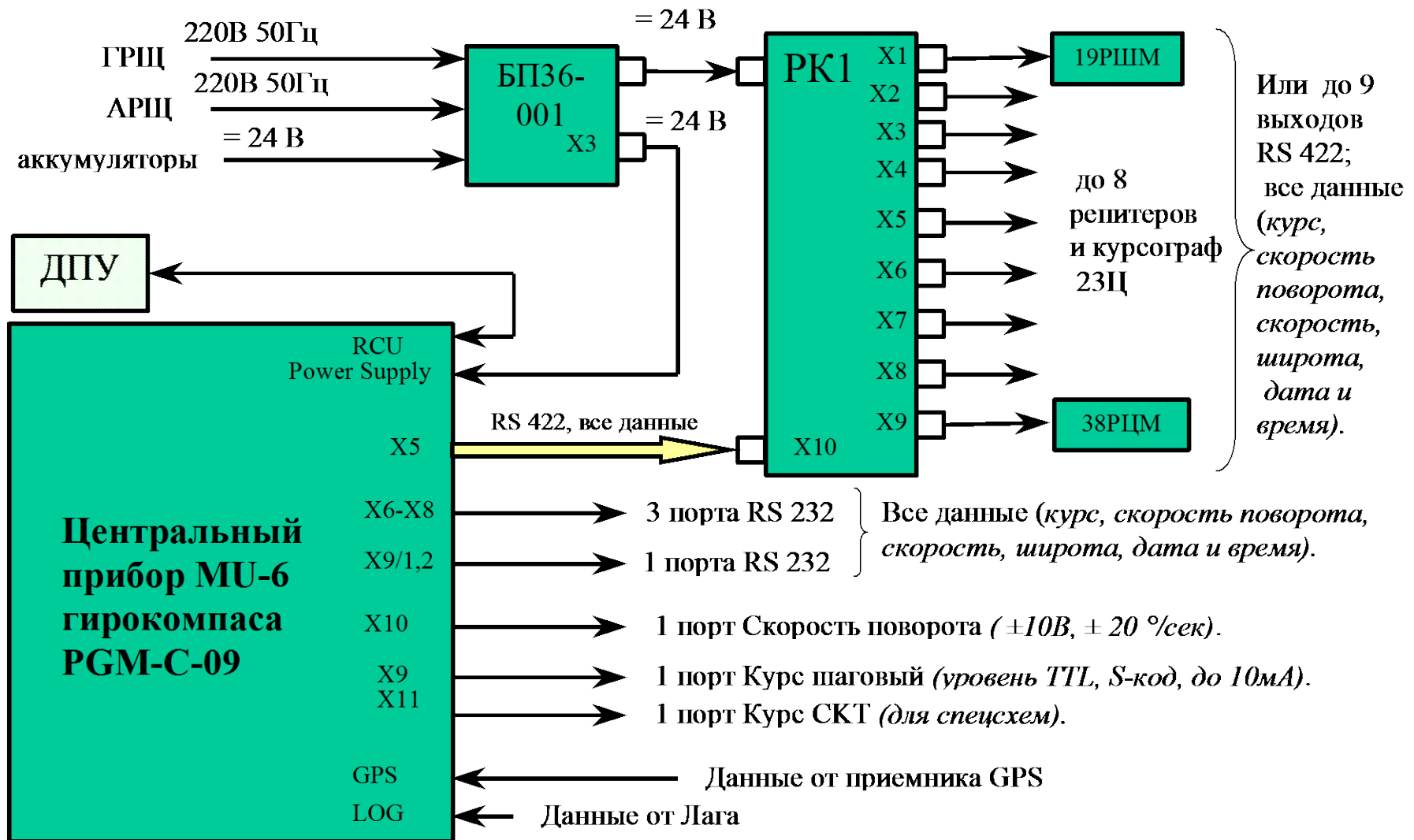


Рис.3.2 Структурная схема гк «PGM-C-09» в комплектации 02 (без ДПУ), 03 (с ДПУ)

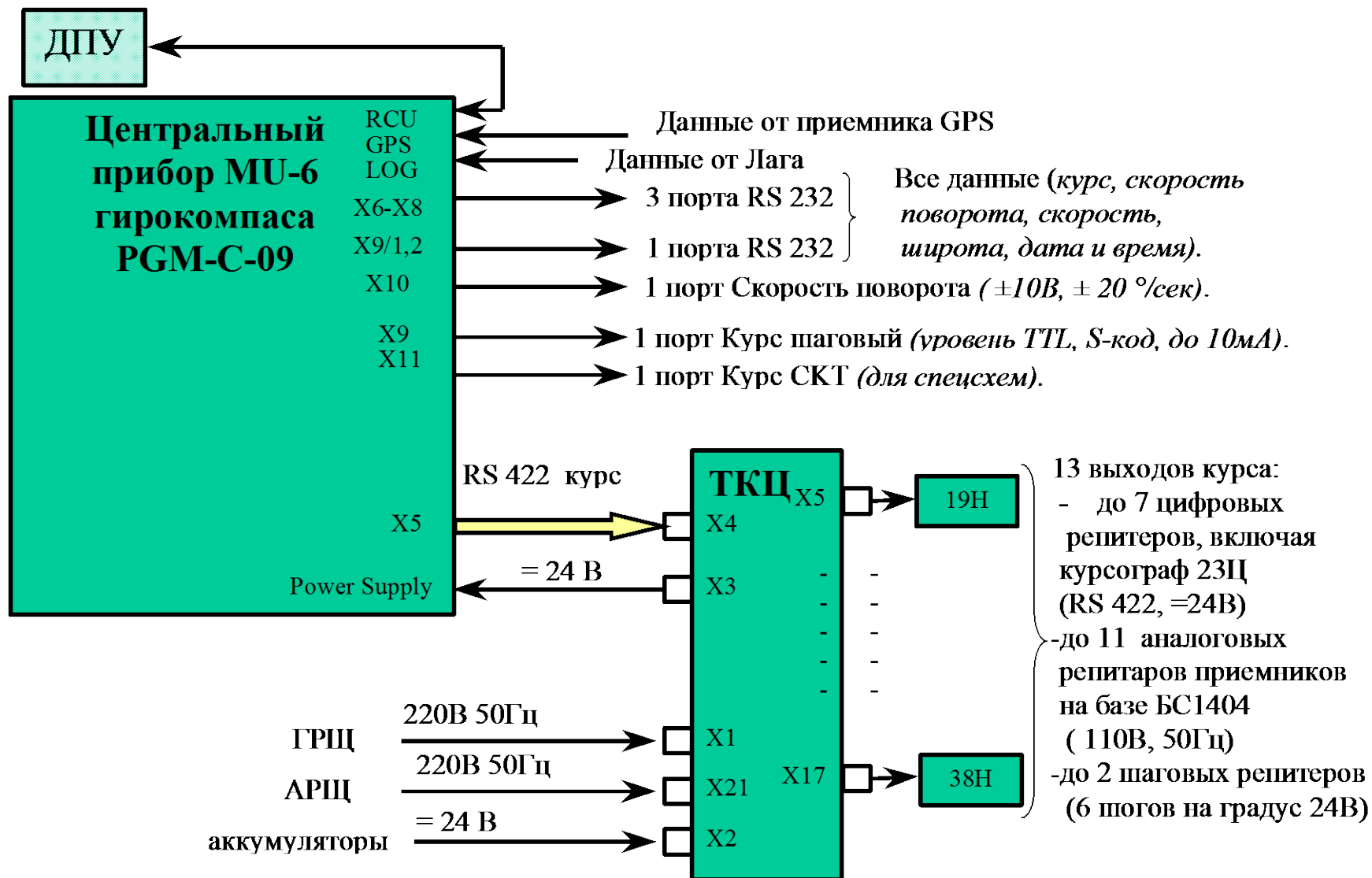


Рис.3.3 Структурная схема гк «PGM-C-09» в комплектации 04 (без ДПУ), 05 (с ДПУ)

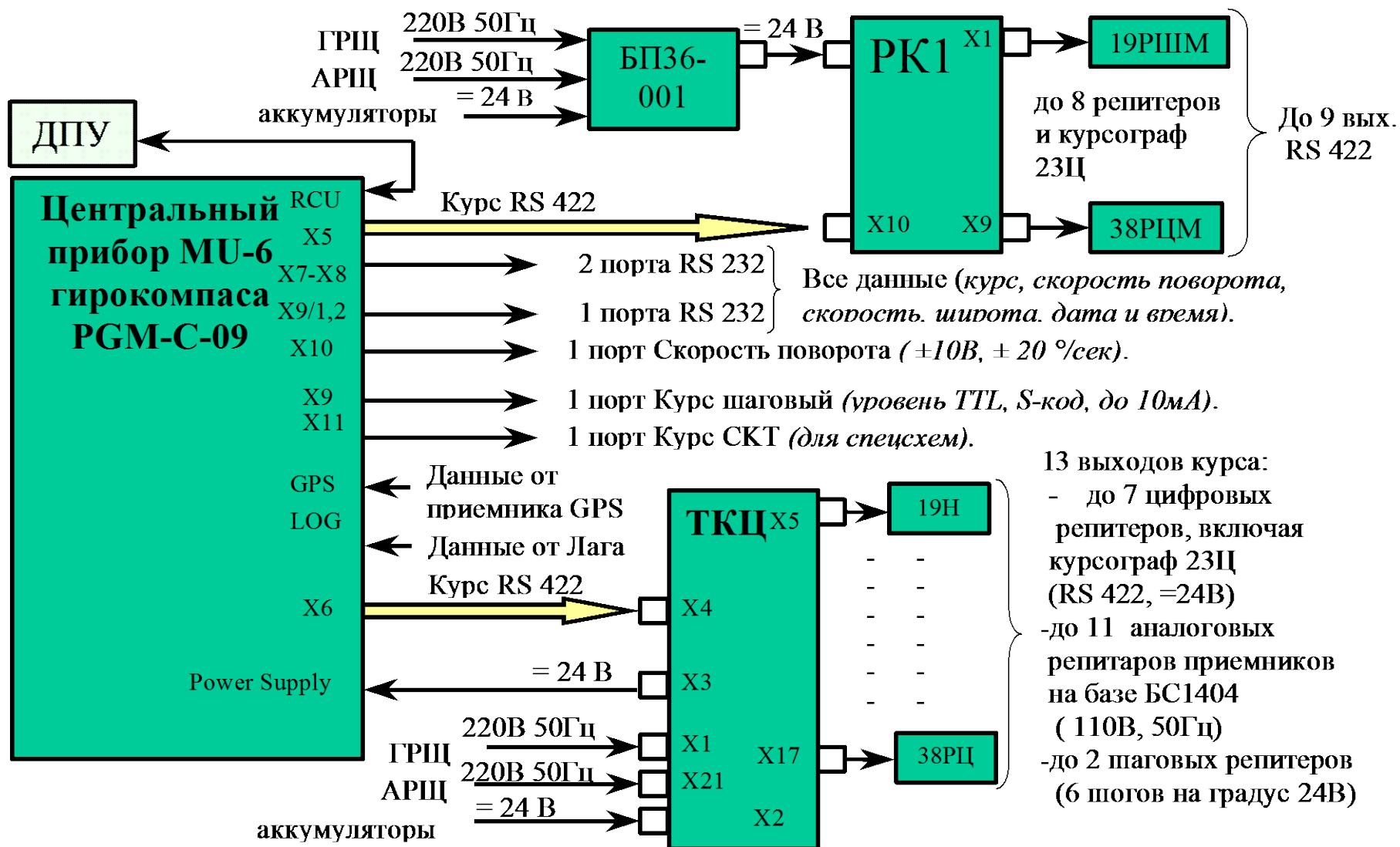


Рис.3.4 Структурная схема гк «PGM-C-09» в базовой комплектации 00 (без ДПУ), 01 (с ДПУ)

На рисунках 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 в комплектациях 01, 03, 05, 07 подключается пульт дистанционного управления (ПДУ).

Контрольные вопросы.

1. В каких случаях используется базовая комплектация гирокомпаса?
 2. В каких случаях используется комплектация гирокомпаса 02 ?
 3. В каких случаях используется комплектация гирокомпаса 04 ?
 4. В каких случаях используется комплектация гирокомпаса 06 ?
 5. В чем отличие комплектаций гирокомпаса 00, 02, 04, 06 от комплектаций 01, 03, 05, 07 ?
4. Центральный прибор гирокомпаса.

Основной прибор гирокомпаса PGM-C-009 - центральный прибор MU-6, составной частью которого является пульт управления. Пульт управления может быть встроенным или, как уже упоминалось ранее, дистанционным.



Рис. 4.1 Центральный прибор

На рис. 4.1 показан общий вид центрального прибора со встроенным пультом управления (Рис. 4.2).



Рис. 4.2 Пульт управления

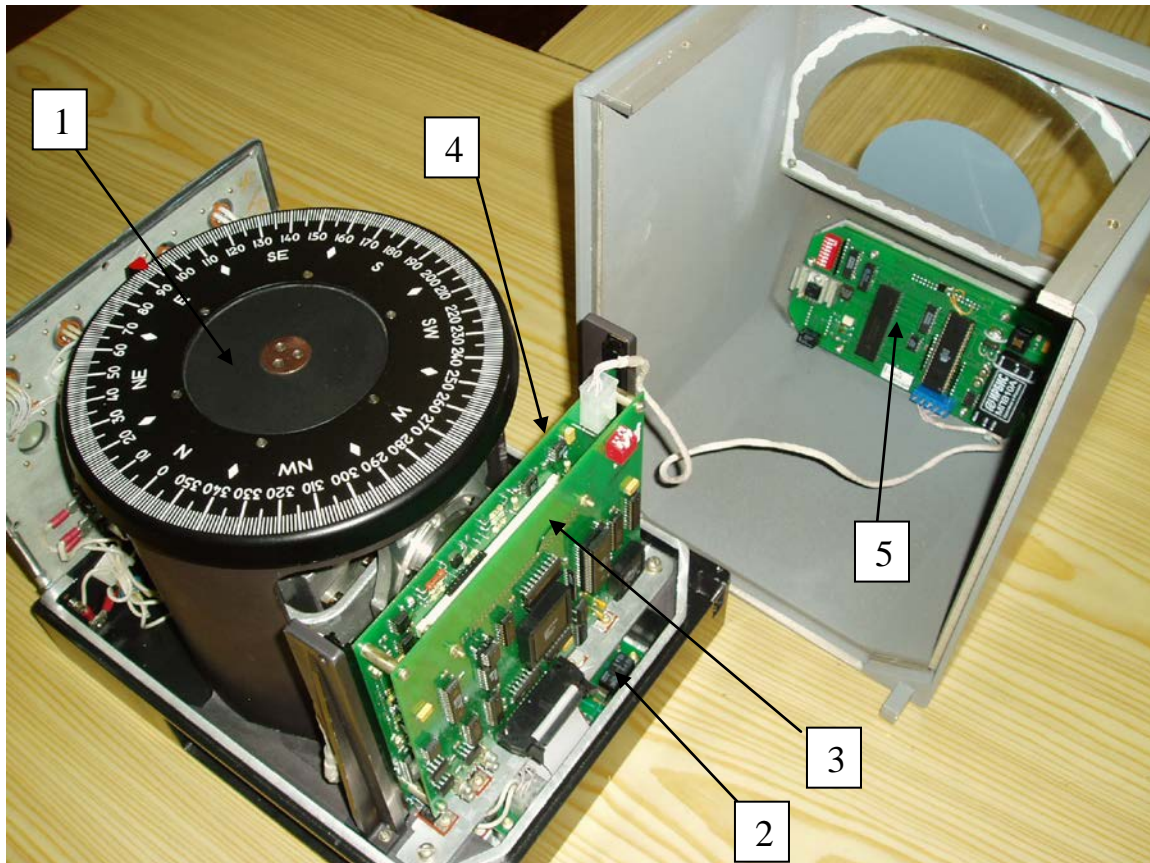


Рис. 4.3 Центральный прибор МУ-6

Центральный прибор МУ-6 состоит из следующих узлов (Рис.4.3):

- 1 - гиросекции, состоящей из динамически настраиваемого гироскопа, блока карданного подвеса и элементов следящей системы;
- 2 - платы питания;
- 3 - цифровой платы управления;
- 4 - аналоговой платы управления;
- 5 - платы дистанционного управления.

Пульт управления (ПУ) обеспечивает управления и индикацию, необходимые для работы гирокомпаса PGM-C-009.

Четырехразрядный светодиодный дисплей отображает следующую информацию:

- курс в градусах, от $0^{\circ},0$ до $359^{\circ},9$;
- широту, от $89^{\circ} S$ до $89^{\circ} N$;
- источник сигнала широты;
- скорость судна в узлах, от 0 до 90;
- источник сигнала скорости;
- информацию об отказах, режимах работы и состоянии гирокомпаса.

Центральный прибор имеет вспомогательные входы, которые используются для коррекции скорости и широты. Данную информацию центральный прибор может принимать от внешних источников приемника GPS и лага, или эту информацию можно вводить в ручную, если внешние источники недоступны. Преимущество использования GPS и лага для обеспечения сигналов коррекции заключается в том, что они позволяют производить автоматическую коррекцию без участия оператора.

Центральный прибор позволяет выдавать информацию о курсе одновременно для различного оборудования, расположенного на борту судна. Обычно потребителями этой информации являются:

- авторулевой;
- радиолокационная станция;
- курсопрокладчик и курсограф;
- спутниковые системы связи.

Однако существуют задачи, для выполнения которых предпочтительнее установить ПУ на определенном расстоянии от гирокомпаса. Для реализации этой задачи предусмотрен дистанционный пульт управления. Корпус дистанционного пульта управления, в который устанавливается пульт управления центрального прибора, поставляется как монтажный комплект.

Для того, чтобы установить ПУ отдельно, нет необходимости снимать кожух с центрального прибора гирокомпаса. Для этого необходимо:

- открутить четыре винта по углам ПУ, которые крепят его к кожуху центрального прибора;
- вынуть ПУ из центрального прибора;
- отсоединить кабель ПУ от аналоговой платы (см. рис.4.3);
- отсоединить кабель ПУ;

- подсоединить ПУ к центральному прибору через сальник при помощи кабеля из монтажного комплекта, предварительно выбрав место для установки дистанционного пульта управления.

Длина кабеля между центральным прибором и отдельно установленным ПУ не должна превышать 100 метров.

Контрольные вопросы

1. Из каких основных узлов состоит центральный прибор гирокомпаса?
2. Какие вспомогательные входы имеет центральный прибор и для какой цели они используются?
3. Какие навигационные приборы являются потребителями информации от гирокомпаса?
4. Какую информацию отображает дисплей центрального прибора?
5. Какой порядок действий необходимо выполнить при отдельной установке ПУ от центрального прибора?
6. Какое существует требование к длине кабеля между центральным прибором и пультом управления при дистанционной его установке?

5. Эксплуатация гирокомпаса

Управление работай гирокомпаса, производится с ПУ, расположенного на центральном приборе МУ-6 или пульта дистанционного управления ПДУ (Рис. 4.2).

На пульте управления (или ПДУ) расположены следующие органы управления гирокомпасом:

ⓘ кнопка включения и выключение прибора

▲ кнопка выбор – **вверх**. Нажмите для увеличения яркости отображения.

▼ кнопка выбор – **вниз**. Нажмите для уменьшения яркости отображения

(LAT) кнопка выбора **широты**. При нажатии этой кнопки на дисплее индицируется текущее (введенное) значение установленной широты. Удерживая эту кнопку в нажатом состоянии и нажимая кнопки ▲ или ▼ можно изменить установленное значение широты.

(SPEED) кнопка выбора **скорости**. При нажатии этой кнопки на дисплее индицируется текущее (введенное) значение установленной скорости. Удерживая эту кнопку в нажатом состоянии и нажимая кнопки ▲ или ▼ можно изменить установленное значение скорости.

(ALARM) отключение звуковой сигнализации пульта при неисправности.

При включении прибора с нажатой кнопкой «**Alarm**» включается «аварийный режим», в котором гироскоп прибора не запускается и происходит трансляция курса, принятого от подключенного приемника GPS или другого компаса, подключенного к входу GPS. Курс транслируется на индикатор ПУ и на выходы RS232, RS422, STEP.

(POWER) красный светодиодный индикатор. Если индикатор горит то указывает, что на ГК PGM-C-009 подано питание 24 В постоянного тока.

(READY) зеленый светодиодный индикатор. Если не горит, то указывает, что ГК PGM-C-009 находится в режиме автоматического приведения в меридиан. Если горит постоянно - указывает, что ГК PGM-C-009 выставился, и можно получить Истинный Курс. Если мигает - указывает, что ГК PGM-C-009 находится в режиме DG (режим хранения курса - гироазимут).

Дисплей может отображать дополнительную информацию в виде кодов отказа и сообщений.

Все кнопки ПУ утоплены для предотвращения случайного срабатывания.

5.1 Режим гироскопа

При запуске гироскопа необходимо соблюдать следующую последовательность:

1. Проверьте, что к гироскопу подключен источник питания постоянного тока номинальным значением 24 В. Допустимый диапазон

питания от 18 В до 36 В. Для обеспечения непрерывной работы источник питания для данного изделия должен иметь номинальную мощность 100 Вт.

2. Для запуска ГК PGM-C-009 нажмите кнопку **ⓘ** питания на ПУ. На ПУ должен загореться индикатор «POWER», что указывает на подключение питания к центральному прибору гирокомпаса. ПУ выдает сигнал тревоги длительностью менее 1 секунды. Дисплей будет показывать текущий курс картушки ГК, а индикатор «READY» не будет гореть до момента прихода гирокомпаса в меридиан. Если на дисплее курса нет, и включается сигнал тревоги, значит, нет связи с ПУ или не пройден тест.

3. Установите на ПУ значение широты. Нажать и удерживать кнопку (**LAT**), дополнительно использовать кнопки **▲** или **▼** установить широту места вручную. На дисплее будет отображаться широта с точностью 1 градус в диапазоне от 89° N до 89° S.

Чтобы выбрать автоматический ввод широты от приемника GPS, с помощью кнопок **▲** или **▼** рекомендуется выйти за диапазон 89° N или 89° S, пока на дисплее не появится **GPS**. Если нет входного сигнала от приемника GPS, спустя 10 секунд на дисплее появится сигнал тревоги **NO+GPS**. Если сигнал есть, но не опознан или не верен в течении 10 секунд, то на дисплее появится сообщение **????+GPS** (входной сигнал не опознан) или **ERR+GPS** (контрольная сумма входного сигнала не верна) и дисплей вернется к обычному отображению курса. При этом последние установленные значения широты и режима сохранятся в оперативной памяти гирокомпаса и восстановятся после его включения.

Если рабочая широта выбрана вручную, необходимо ее эпизодически корректировать. В средних широтах ошибка при выставке рабочей широты в 10 градусов дает погрешность в показаниях гирокомпаса 0,3 градуса.

4. Установить на ПУ значение скорости судна. Нажать и удерживать кнопку (**SPEED**), дополнительно использовать кнопки **▲** или **▼** установить скорость судна вручную. На дисплее будет отображаться скорость судна с точностью 1 узел в диапазоне от 0 до 90 узлов.

Для автоматического ввода скорости судна, с помощью кнопок **▲** или **▼** необходимо выйти за диапазон 90 узлов, пока на дисплее не появится сообщение **LOG**. Если нет входного сигнала с лага, спустя 10 секунд на дисплее появится сообщение **NO+LOG**. Если сигнал не опознан или не верен в течении 10 секунд, то на дисплее появится сообщение **????+LOG** (формат входного сигнала не опознан) или **ERR+LOG** (контрольная сумма входного сигнала неверна) и дисплей вернется к обычному отображению скорости.

Значение скорости и установленные режимы сохраняются после перерыва в работе гирокомпаса (включение выключение прибора).

В процессе работы гирокомпаса необходимо, в случае ручного ввода, постоянно производить коррекцию скорости судна. При завершении плавания значение скорости устанавливается на 0. При движении судна

вдоль меридиана (самый неблагоприятный курс), ошибка ввода скорости на 5 узлов дает ошибку гирокомпаса 0,5 градуса.

5. При необходимости изменения яркости свечения дисплея на ПУ используются кнопки ▲ или ▼.

6. Убедиться, что гирокомпаса пришел в меридиан. При этом должен загореться зеленый светодиод (**READY**). Приход гирокомпаса в меридиан занимает от 30 минут до 2 часов, в зависимости от начального отклонения чувствительного элемента и условий плавания.

5.2 Режим гироазимута

Для того чтобы перейти в режим гироазимута необходимо с помощью кнопок (**LAT**) и ▲ или ▼ выйти за диапазон 89° N или 89° S и **GPS** пока на дисплее не появится **GC**, а затем **DG**. В режиме **GC** гирокомпас самостоятельно приходит в меридиан. В режиме **DG** прибор хранит это направление, т.е. режим гироазимута. Если перед переходом в режим гироазимута (**DG**) гирокомпас был выставлен в меридиан, то он будет указывать данное направление в течении какого-то периода времени. При этом гирокомпас не будет самостоятельно находить меридиан. Продолжительность сохранения направления главной оси чувствительного элемента в плоскости меридиана будет зависеть от дрейфа гироскопа. Дополнительно на дисплее будет мигать зеленый светодиод (**READY**). Для возврата в режим гирокомпаса необходимо с помощью кнопок (**LAT**) и ▲ или ▼ установить на дисплее режим **GC**.

5.3 Обслуживание гирокомпаса во время его эксплуатации

1. Гирокомпас PGM-C-009 должен находиться постоянно в рабочем состоянии, что обеспечивает установление нормальных режимов работы гироскопа и частичную компенсацию его погрешностей. Прибор необходимо выключать только на время длительной стоянки, например, когда судно находится в сухом доке. Для выключения ГК PGM-C-009 необходимо нажать кнопку питания **ⓘ**. При этом показание курса исчезнет, индикаторы на передней панели погаснут.

2. При возникновении необходимости отключения гирокомпаса на длительный период необходимо с интервалами не более шести месяцев запускать его на время не менее тридцати минут.

3. Гирокомпас PGM-C-009 полностью защищен от перерывов питания. Он будет автоматически перезапускаться и выставляться при восстановлении питания. Гирокомпас показывает точный курс после загорания индикатора «READY» на ПУ.

4. При исправной работе и при условии правильной компенсации широты и скорости курсовая ошибка в широтах до 60° и при скоростях до 25 узлов обычно будет менее $0,75^\circ$, независимо от маневров судна.

5. Точность работы гирокомпаса в большой степени зависит от ввода точных значений широты и скорости.

6. Большинство пользователей считает наиболее удобным способом автоматическую коррекцию широты и скорости с помощью сигналов, поступающих с GPS и/или корабельных лагов.

7. Пользователи должны знать, что если входной сигнал содержит неправильную информацию, то будет выполнена неправильная коррекция. Например, было отмечено, что некоторые установки GPS при определенных обстоятельствах могут выдавать «значимый» сигнал, где поля широты и скорости состоят из одних нулей, показывая, что корабль стоит на экваторе.

8. Неправильный ввод скорости и/или широты приведет к тому, что гирокомпас будет показывать неправильный курс и, в случае существенных ошибок, заставит гирокомпас, при определенных обстоятельствах, выдать предупреждение о высоком сигнале акселерометра.

9. По мере возрастания широты (к Северу или Югу) величина горизонтальной составляющей скорости вращения Земли уменьшается пропорционально косинусу широты. Следовательно, чем выше широта, тем менее эффективен гирокомпас в качестве инструмента определения курса.

10. В широтах более высоких, чем 80° , рекомендуется использовать гирокомпас в режиме гироазимута. Этот режим необходимо использовать и при маневрировании судна, особенно если судно маневрирует скоростью на курсах N и S.

Контрольные вопросы

1. Поясните значение кнопок на ПУ.
2. Каким образом можно определить, что гирокомпас пришел в меридиан.
3. Что указывает на то, что гирокомпас находится в режиме гироазимута.
4. Назовите последовательность пуска в режиме «гирокомпас».
5. Каким образом устанавливается значение широты при ручном вводе.
6. Каким образом установить режим автоматического ввода широты и скорости от приемника GPS .
7. Каким образом устанавливается значение скорости при ручном вводе.

8. Каким образом регулируется яркость свечения дисплея.
9. Какова последовательность действий при переходе в режим «гиросимута».
10. В каких случаях переходят в режим «гиросимута» и почему.

Список литературы

1. Смирнов Е.Л. Технические средства судовождения. Санкт-Петербург, 1996, 543 с.
2. Гиросимут РGM-C-09 руководство по эксплуатации. ПИКВ.461524.009 РЭ

Содержание

Введение _____	3
1. Принцип построения гирокомпаса _____	3
2. Основные технические характеристики гирокомпаса _____	8
3. Комплектация гирокомпаса _____	9
4. Центральный прибор гирокомпаса _____	14
5. Эксплуатация гирокомпаса _____	17
5.2 Режим гирокомпаса _____	18
5.3 Режим гироазимута _____	20
5.4 Обслуживание гирокомпаса во время его эксплуатации _	20
Список литературы _____	22