

УДК 629.5.064.5

**МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ СИНХРОНИЗАЦИИ ГЕНЕРАТОРОВ
НА СУДНЕ ПРОЕКТА 428.2 «ОТ-2107»**

Кулешов Павел Валерьевич¹, кандидат технических наук, доцент отделения высшего образования

e-mail: pvkuleshov123@gmail.com

Павлюк Арсений Александрович¹, студент

e-mail: arsenya.pavlyuk@mail.ru

¹ Пермский филиал Волжского государственного университета водного транспорта, Пермь, Россия

Аннотация. В данной статье рассмотрен вариант модернизация судового оборудования. Произведен сравнительный анализ используемой элементной базы синхронизации генераторов на судах различных проектов. Предложен вариант модернизации элементов синхронизации на новой элементной базе, в основе которой будет лежать микропроцессорный автоматический синхронизатор, что позволит повысить надежность данной системы.

Ключевые слова: синхронизация генераторов, полупроводниковые элементы, блочная схема, платная основа, ПЛК, АСТ-4, СПРИНТ-М, судно проекта 482.2.

**MODERNIZATION OF THE SHIP'S GENERATOR SYNCHRONIZATION SYSTEM
PROJECT 428.2 «OT-2107»**

Pavel V. Kuleshov¹, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Higher Education

e-mail: pvkuleshov123@gmail.com

Arseniy A. Pavlyuk¹, Student

e-mail: arsenya.pavlyuk@mail.ru

¹ Perm branch of Volga State University of Water Transport, Perm, Russia

Abstract. This article discusses the modernization of marine equipment. A comparative analysis of the used element base for synchronizing generators on ships of various projects has been carried out. An option for upgrading synchronization elements based on a new element base is proposed, which will be based on a microprocessor-based automatic synchronizer, which will increase the reliability of this system.

Keywords: synchronization of generators, semiconductor elements, block circuit, fee base, AST-4, SPRINT-M, vessel of project 482.2.

Старые суда, работающие еще со времен СССР на территориальных водах России, имеют в своем вооружении устаревшее оборудование, выпускаемое еще в 50-80-х годах прошлого столетия. Таким из устройств является полупроводниковая система синхронизации генераторов на теплоходе. Система синхронизации используется для увеличения мощности судовой электростанции в условиях совершения маневров, подключения множества источников питания, вырабатывание энергии и передачи ее для других теплоходов. В состав устройства входит настенный блок-устройства, размещающийся рядом с генераторами, в котором находится вся элементная база и ручная управляющая панель в место на секции ГРЩа. Питание данного механизма происходит от одной из линий двух генераторов, вырабатывающий переменное напряжение в сеть 220В [1].

Проведение модернизации системы синхронизации генераторов позволяет повысить качество надежности элементов, не выводя их из строя, при не правильной параллельной работе. Позволит без вмешательства рабочей силы производить автоматическую параллельную работу генераторов, заметно ускоряя по времени вход в этот режим на судне озерный толкач проекта 428.2 "ОТ-2107".

Рабочих систем перехода в режим параллельной работы генераторов существует множество вариантов. Данный теплоход оборудована полупроводниковой системой АСТ-4 (Автоматический синхронизатор тип 4). Данная система оснащена питанием 220В и подключена на три шины ГРЩа, где выведены фидеры двух работающих генераторов. Структурная схема работы синхронизации представлена на рисунке 1 [2, 3].

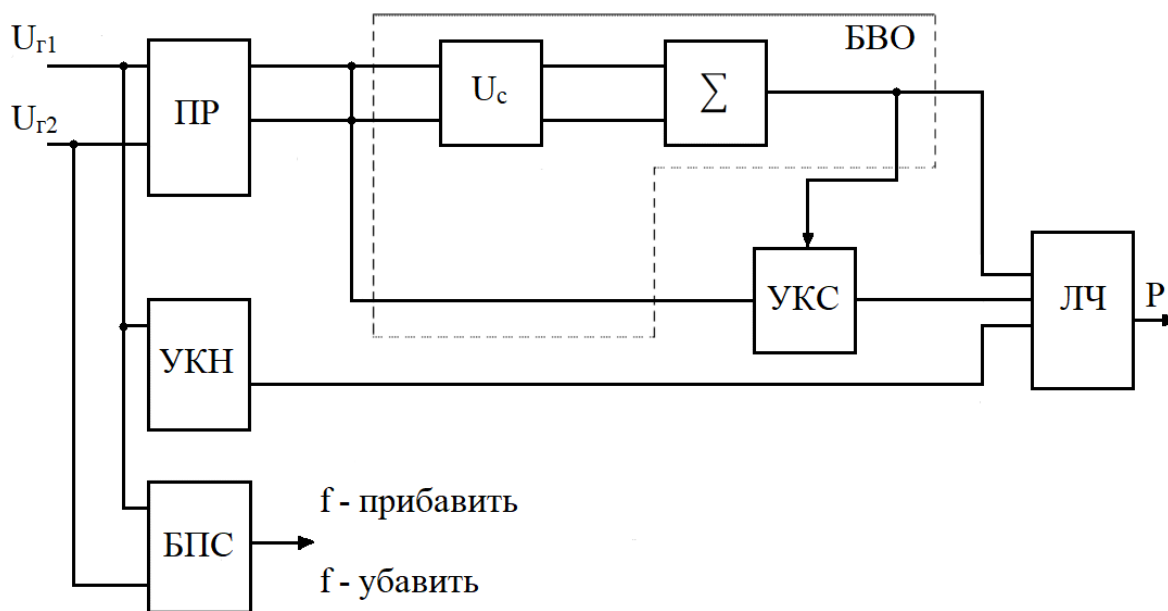


Рисунок 1 – Структурная схема синхронизатора АСТ-4

Существующая система синхронизации состоит из определенных блоков, построенные на полупроводниковых составляющих, которые отвечают узлами:

- Узел опережения, определяет момент подачи импульса в сети для включения контактора;
- Узел разности частот, определяют существующий эффект скольжения для подключения синхронизируемого генератора;
- Узел разности напряжения, сравнение напряжения между двумя включенными в работу генераторами;
- Узел частоты вращения, сравнение частоты вращения генераторов;

– Узел времени, стоит задержка, во избежание короткого замыкания.

Недостатки системы АСТ-4, выявленные в ходе эксплуатации;

1) Возможность затягивания процесса синхронизации, так как система сравнивает минимальное и максимальное рабочее напряжение генератора;

2) При большой разнице напряжений генераторов $U > 10\%$, синхронизация системы запрещена;

3) При постоянном изменении частоты вращения одно из генераторов, будет меняться угол опережения для синхронизации, следовательно, в системе могут быть просадки по напряжению и мощности.

4) Система состоит из полупроводниковых элементов, требуется иметь в запасе элементные части.

5) Полупроводниковые элементы не любят переполюсовку, строго требуется правильное подключение системы.

В ходе анализа существующих предложений производителей была выбрана система на программируемом логическом контролере для синхронизации генераторов СПРИНТ-М. Данная система функционирует на базе микропроцессора K1810BM88. Он представляет из себя однокристалльную электронно-вычислительную машину с оперативным и постоянным запоминающим устройством, таймером и контроллером прерываний. Система оборудована блочными управляющими частями:

– Измерительно-преобразовательная часть (ИПЧ) – служит для преобразования измеряемых величин в различные сигналы, для удобной передачи, обработки или регистрации;

– Вычислительная часть (ВЧ) – служит для сбора, хранения и обработки информации для следующего ее распределения;

– Исполнительная часть (ИЧ) – служит усиления сигналов и превращения их на электромагнит отключения привода выключателя.

Структурная схема работы синхронизации представлена на рисунке 2. На ней изображены: ЗЭ – задающий элемент; МПЛ – мультиплексор; АЦП – аналогово-цифровой преобразователь; ВИТИ – вторичные измерительные трансформаторы; АДП – аналогово-дискретный преобразователь; ВИП – времяимпульсный преобразователь; ФТС – формирователь тестовых сигналов; МП – микропроцессор; КП – контроллер прерываний; Т – таймер; ПЗУ – постоянно запоминающее устройство; ОЗУ – оперативно запоминающее устройство; АЦИ – алфавитно-цифровой индикатор; КЛ – клавиатура; КВР – комплекс выходных электромагнитных реле; ИП – источник питания [5].

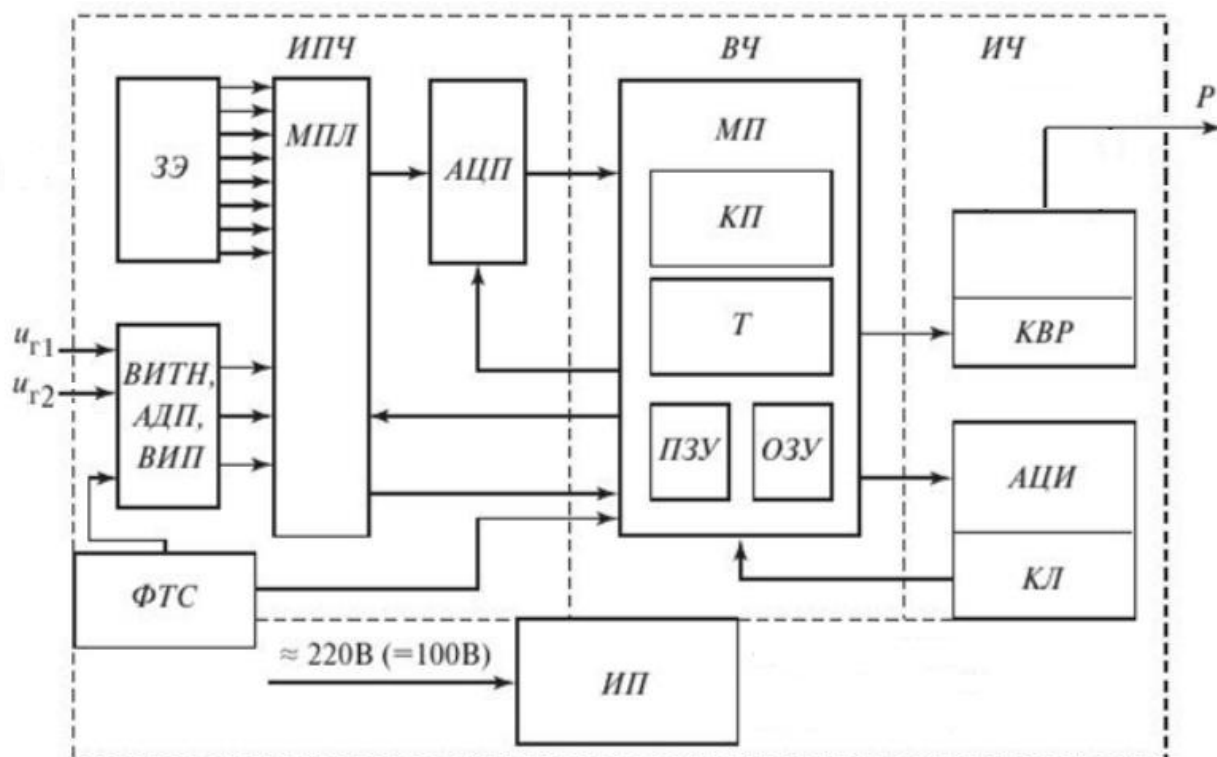


Рисунок 2 – Структурная схема работы синхронизатора СПРИНТ-М

Модуль блока питания системы служит для цепей оптронных входов, которые осуществляют пуск или стоп работы генератора, включения или отключения для работы в сеть, контроля увеличения или уменьшения напряжения, ввода световой сигнализации. Модуль процессора и сигнализации служит для получения контрольных сигналов работы двух генераторов и передачу сигналов с помощью цифровой токовой петли с логическими 0 (4мА) и 1 (20мА) или интерфейса RS485. Модуль входных-выходных сигналов осуществляет работы выходных реле по готовности или запрета работы генераторов, увеличения или уменьшения частоты, синхронизация или отключения параллельной работы. Получения контрольных сигналов от работы в режиме синхронизации и принципиальной схемы подключения двух генераторов в рабочую сеть. Передняя панель осуществлен разъем RS232C для подключения компьютера в случай наладки работы микропроцессора. Система осуществляется переменным питанием 220В, но при помощи понижающего трансформатор и выпрямителя возможна работа на 100В постоянного напряжения. Схема модернизации представлена на рисунке 3 [4].

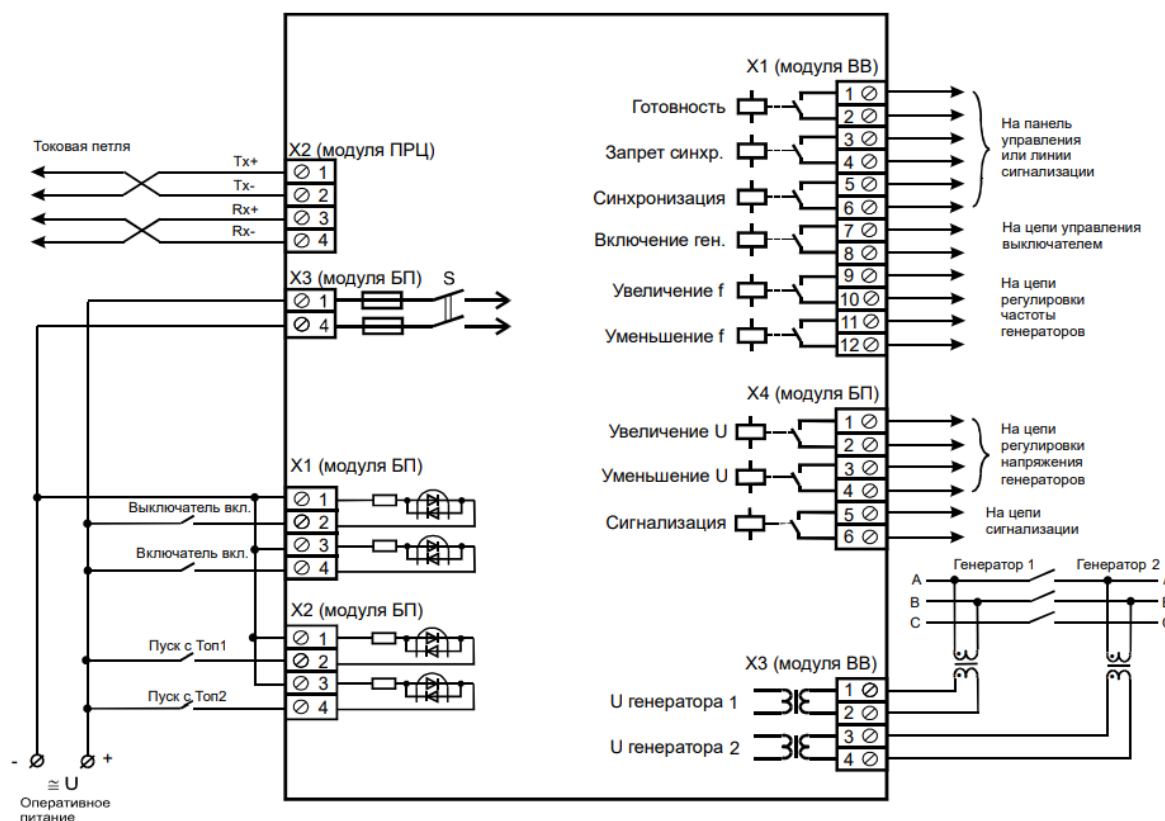


Рисунок 3 – Электрическая схема синхронизатора на ПЛК СПРИНТ-М

Модернизированная система будет иметь пост управления, подключаемый к разъему X2 модуля ПРЦ в задней части ПЛК. На передней панели ГРЩа будет установлен кнопочный пульт управления синхронизатором. Данный пульт имеет цифровую панель, для вывода данных, запоминания исчислений в рабочей системе. Оборудована кнопками для возможности переключения между показаниями. Встроена световая сигнализация, определяющая ход работы или информацию о ошибке.



Рисунок 4 – Внешний вид панели управления синхронизатора

Достоинства системы синхронизации СПРИНТ-М:

- 1) Мгновенный сбор данных, с важностью ручной или автоматической подстройки;
- 2) Занимает минимальное количество места в ГРЩа и панели генераторов;
- 3) Имеется возможность запрограммировать на любые другие генераторы для их синхронизации;
- 4) Питание как переменным(220В), так и постоянным напряжением (100В);
- 5) Существует система защиты от перебоя во время питания или параллельной работы;
- 6) Возможность подключение через Токовую петлю или RS485.

В ходе модернизации системы были успешно решены следующие задачи: выполнен выбор варианта синхронизации генератора, разобран подробный анализ предложений от производителей оборудования. Выполненная модернизация позволит упростить эксплуатацию и обслуживание оборудования, повысить надежность системы и позволит без вмешательства рабочей силы производить автоматическую параллельную работу генераторов, заметно ускоряя вход в режим синхронизации.

Список литературы:

1. Системы синхронизации генераторов. Режим доступа: <https://elengineerblog.blogspot.com/2014/10/synchronization-generator.html> (дата обращения 13.03.2025 г.);
2. Синхронизация генераторов АСТ-4. Режим доступа: <https://cpk-energo.ru/metod/PavlovAvtomatika3.pdf> (дата обращения 15.03.2025 г.);
3. Структура АСТ-4. Режим доступа: https://studopedia.ru/14_1327_avtomaticheskie-sinhronizatori-s-postoyannim-vremenem-operezheniya-tipa-ast-i-ubas.html (дата обращения 17.03.2025 г.);
4. Синхронизация генераторов СПРИНТ-М. Режим доступа: <https://pribor-energy.ru/uploads/documents/rukovodstvo-po-ekspluatacii-sprint-m-13073.pdf> (дата обращения 19.03.2025 г.);
5. Структура СПРИНТ-М. Режим доступа: https://ozlib.com/837485/tehnika/mikroprotsessornyy_avtomaticheskii_sinhronizator_tipa_sprint (дата обращения 21.03.2025 г.).

