

УДК 621.436

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ
АВТОМАТИЧЕСКОГО ЗАПУСКА АВАРИЙНОГО ДИЗЕЛЬ ГЕНЕРАТОРА
НА ТЕПЛОХОДЕ ПРОЕКТА RSD22 «ВЛАДИМИР КИРИЛЛОВ»**

Шишлин Никита Александрович¹, студент

e-mail: shishanikita@mail.ru

Погудин Андрей Леонидович^{1,2}, канд. техн. наук, доцент отделения высшего образования, доцент кафедры Информационных технологий и автоматизированных систем

e-mail: pogudin_al@mail.ru

¹ Пермский филиал ФГБОУ ВО «ВГУВТ», Пермь, Россия

² Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, Россия

Аннотация. В статье рассматривается разработка системы автоматического запуска аварийного дизель-генератора. Проведен анализ существующей системы ручного запуска, выявлены ее основные недостатки и эксплуатационные ограничения. Рассмотрены современные методы автоматизации запуска дизель-генераторных установок. Предложена система автоматического запуска АДГ. Выполнен сравнительный анализ оборудования, необходимого для реализации системы автоматического запуска.

Ключевые слова: Ключевые слова: аварийный дизель-генератор, автоматический запуск, автоматизация, система управления.

**DEVELOPMENT OF AN AUTOMATIC START-UP SYSTEM
FOR AN EMERGENCY DIESEL GENERATOR
ON THE RSD22 «VLADIMIR KIRILLOV» MOTOR SHIP**

Nikita A. Shishlin¹, Student

e-mail: shishanikita@mail.ru

Andrey L. Pogudin^{1,2}, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Higher Education, Associate Professor of the Department of Information Technology and Automated Systems

e-mail: pogudin_al@mail.ru

¹ Perm Branch of the FSBEI of Higher Education «Volga State University of Water Transport», Perm, Russia

² Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia

Abstract. The article discusses the development of an automatic start system for an emergency diesel generator. The analysis of the existing manual start system has been carried out, its main disadvantages and operational limitations have been identified. Modern methods of automating the

start-up of diesel generator sets are considered. An automatic start-up system for ADG is proposed. A comparative analysis of the equipment required for the implementation of the automatic start system has been performed.

Keywords: emergency diesel generator, automatic start, automation, control system.

Введение

Надёжное электроснабжение является основой безопасности современного судна. Полная потеря питания приводит к мгновенной остановке жизненно важных систем. Судно, оставшись без управления и «слепое» в условиях стеснённых вод, интенсивного судоходства или штормовой погоды, оказывается на грани немедленной катастрофы, чреватой столкновением или посадкой на мель. Для предотвращения таких исходов требуется разработка системы автоматического запуска аварийного дизель генератора на судне, которая обеспечит безопасность и бесперебойное электроснабжение [1].

Актуальность темы обусловлена необходимостью повышения уровня безопасности судна за счет сокращения времени восстановления аварийного электроснабжения, минимизации влияния человеческого фактора и повышения надежности работы аварийных источников питания.

Объект исследования: судовая система аварийного электроснабжения

Предмет исследования: подсистема автоматического запуска АДГ

Цель исследования: проанализировать структурно-функциональную схему системы автоматического запуска АДГ, систематизировать типовые причины отказов и задержек срабатывания системы, сопоставить эксплуатационные требования международных и национальных нормативов, оценить влияние человеческого фактора на готовность системы к действию

Задачи исследования

Большая часть судов флота Российской Федерации была построена несколько десятилетий назад и оснащена устаревшими системами электроснабжения. Во многих случаях запуск аварийно-дизельного генератора осуществляется вручную, что снижает оперативность реагирования экипажа при возникновении аварийных ситуаций. Аварийно-дизельный генератор является ключевым элементом системы безопасности судна и предназначен для обеспечения питания жизненно важных потребителей при отказе основного источника электроэнергии. Задержка запуска АДГ может привести к отказу навигационного оборудования, систем связи и управления, что создает угрозу безопасности судна и экипажа. В связи с этим разработка системы автоматического запуска АДГ является актуальной задачей судовой автоматизации [3].

Анализ существующей системы запуска АДГ

На данном судне аварийный дизель генератор запускается вручную оператором. Процесс запуска включает в себя:

- обнаружение аварийной ситуации,
- переход оператора к панели управления АДГ,
- включение системы запуска,
- запуск стартера,
- вывод генератора на рабочий режим



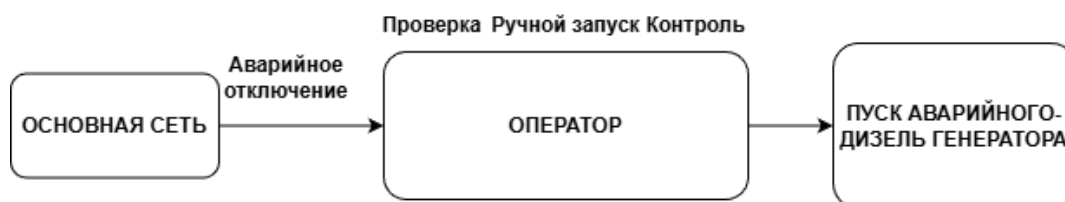


Рисунок 1 – Структурная схема ручного управления

Работая по этой схеме оператор самостоятельно контролирует параметры двигателя и принимает решение о запуске

Недостатки ручной системы запуска:

- Увеличение времени включения аварийного электропитания (от минут до часу), при аварии оператору требуется время для обнаружения проблемы и запуска генератора
- Зависимость от действий и квалификации персонала, наличие физического присутствия
- Риск несвоевременного запуска при аварийных условиях, приводит к отключению критически важных систем судна
- Снижение общего уровня безопасности судна
- Человеческий фактор – ошибка в последовательности запуска, повреждении оборудования, несвоевременный запуск
- Ограничение возможности контроля, не обеспечивается постоянный мониторинг системы

Для устранения выявленных недостатков предлагается внедрение системы автоматического запуска аварийно-дизельного генератора

Существующие системы автоматического запуска АДГ

1) Автоматический запуск по потере напряжения

Наиболее распространенный способ. При исчезновении напряжения на главной шине контроллер подает сигнал на запуск генератора.

2) Запуск по сигналу системы контроля параметров

Запуск производится при:

- падении напряжения
- падении частоты
- перегрузке главных генераторов

3) Запуск через систему управления электростанцией (PMS)

Power Management System автоматически управляет всей судовой электростанцией.

4) Микропроцессорные системы управления генераторами

Используются специализированные контроллеры генераторных установок.

5) Интегрированные системы судовой автоматизации

Современные суда используют централизованные системы автоматизации [4].

Выбрана система по потере напряжения

Принцип работы системы, следующий:

1. Реле контроля напряжения постоянно контролирует напряжение на главной распределительной шине судна.
2. При потере напряжения или падении ниже допустимого уровня формируется сигнал аварии.
3. Этот сигнал поступает на программируемый контроллер.
4. Контроллер формирует команду:
 - включения системы запуска
 - включения стартера дизеля

5. После запуска двигателя контроллер контролирует:

- давление масла
- температуру
- частоту вращения

6. После выхода генератора на номинальные параметры происходит подключение генератора к аварийной шине питания.

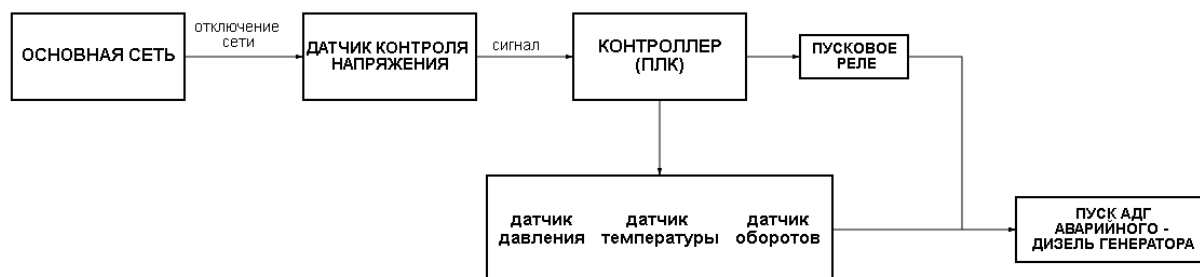


Рисунок 2 – Структурная схема автоматического управления

Плюсы автоматического запуска:

- 1) Мгновенный выход в резерв от 5 до 40с после пропадания сети
- 2) Надежность – минимизирует ошибки запуска, автоматически возвращается на основную сеть при восстановлении
- 3) Мониторинг и диагностика
- 4) Возможность интеграции с другими системами
- 5) Исключение человеческого фактора
- 6) Безопасность

Принцип работы системы заключается в следующем:

при потере напряжения в основной сети датчик контроля напряжения передает сигнал на контроллер. Контроллер формирует команду на запуск дизельного двигателя АДГ. После выхода генератора на номинальные параметры происходит автоматическое подключение аварийной сети.

Проведенный анализ показывает, что автоматический запуск АДГ обладает рядом существенных преимуществ по сравнению с ручным. Основными являются: минимальное время запуска генератора, снижение человеческого фактора, автоматический контроль рабочих параметров. Таким образом, внедрение системы автоматического запуска АДГ необходимый этап.

Таблица 1. Сравнительная таблица контроллеров

Параметр	ОВЕН ПЛК110	Delta DVP
Страна	Россия	Тайвань
Питание, В	24	24
Количество входов	14	16
Количество выходов	10	10
Рабочая температура, °C	-20...+60	-10...+55
Интерфейс	RS-485	RS-485, RS-232
Степень защиты	IP20	IP20
Объем памяти программы, кб	128	64

Выбран контроллер ОВЕН ПЛК110 так как он обеспечивает необходимую функциональность при оптимальном соотношении стоимости и доступности

Таблица 2. Сравнительная таблица датчиков давления масла

Параметр	ПД100	ДМ-10
Страна	Россия	Россия
Диапазон, МПа	0-2.5	0-10
Погрешность, %	± 0.5	± 1
Степень защиты	IP67	IP65
Температура, °C	-40...+125	-40...+80
Время отклика, мс	≤ 5	≤ 100

С учетом соотношения точности измерений, степени защиты, широким диапазоном рабочих температур, выбран датчик ПД100.

Таблица 3. Сравнительная таблица датчиков температуры двигателя

Параметр	ПТС-10	ТСП-0196
Тип	Pt100	Pt100
Диапазон, °C	-50...500	-50...400
Точность, %	$\pm 0.3+0.005$	$\pm 0.3+0.005$
Время отклика, с	≤ 8	≤ 10

На основе анализа выбран датчик ПТС-10, он обеспечивает достаточно широкий диапазон измерений температуры, высокую точность и быстрое время отклика. Кроме того, широко используется в системах автоматизации.

Таблица 4. Сравнительная таблица реле контроля напряжения

Параметр	РНПП-301	EKF RN
Напряжение	380	380
Точность, %	± 1	± 2
Диапазон регулировки, В	300-450	320-450
Время отклика, с	0.1-10	0.2-10
Степень защиты	IP40	IP20

На основе анализа таблицы, реле EKF RN уступает по точности и диапазону регулировки параметров напряжения. Реле РНПП-301 обладает высокой точностью измерения, широким диапазоном регулировки. Кроме того, данное устройство широко используется в промышленных системах автоматизации. Целесообразно использовать реле контроля напряжения РНПП-301.

Вывод

В статье обоснована актуальность модернизации системы запуска аварийного дизель-генератора на судне проекта RSD22 «Владимир Кириллов». Проведён детальный анализ существующей системы ручного запуска, выявлены её ключевые недостатки: низкая скорость реакции, зависимость от человеческого фактора, отсутствие постоянного мониторинга и повышенные риски при аварийных ситуациях.

Предложено внедрение автоматической системы запуска АДГ по потере напряжения, что соответствует современным требованиям безопасности и автоматизации судов. Выполнен сравнительный анализ компонентов системы (контроллеры, датчики давления и температуры, реле контроля напряжения), на основе которого выбрано оптимальное оборудование (ОВЕН ПЛК110, ПД100, ПТС-10, РНПП-301), обеспечивающее надёжность, точность и устойчивость к условиям эксплуатации.



Разработка позволяет минимизировать время восстановления электроснабжения, повысить безопасность судна и снизить влияние человеческого фактора. Внедрение предложенной системы является целесообразным и технически обоснованным этапом модернизации судовой энергетической установки.

Список литературы:

1. Иванов В.П. Автоматизация судовых энергетических установок. — Санкт-Петербург: Судостроение, 2019. — 112-128 с, 174-186 с. — URL: <https://sudostroenie-book.ru> (дата обращения 14.02.2026)
2. Кацман М.М. Судовые электрические станции и сети. — Москва: Транспорт, 2018. — 205-219 с, 241-248 с. — URL: <https://нэб.рф> (Дата обращения 21.02.2026)
3. Сухарев Д.В. Автоматизация судовых дизельных установок. — Москва: Моркнига, 2017. — 96-100 с. — URL: <https://morkniga.ru> (Дата обращения 25.02.2026)
4. Кузнецов В.А. Судовые системы автоматического управления. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 201-209 с. (Дата обращения 02.03.2026)

