

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт электронного обучения
Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Кафедра электропривода и электрооборудования

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы	
Гибридная электростанция речного обстановочного теплохода 457 проекта	

УДК 629.55:621.311.2

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5ГЗБ	Кадыров Роллан Ергазыулы		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭПЭО	Гусев Н.В.	к.т.н. доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель Кафедры менеджмента	Потехина Н.В.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор кафедры Экологии и Безопасности жизнедеятельности	Панин В.Ф.	д.т.н., профессор		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Электропривода и элнктрооборудования	Дементьев Ю.Н.	к.т.н., доцент		

Томск – 2017 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт электронного обучения
Направление подготовки – 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Кафедра электропривода и электрооборудования

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

_____ Дементьев

Ю.Н.

(Подпись)

(Дата)

(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
5ГЗБ	Кадырову Роллану Ергазыулы

Тема работы:

Гибридная электростанция речного обстановочного теплохода 457 проекта	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).	Объектом исследования является речной обстановочный теплоход 457 проекта. В качестве исходных данных представлены: - основные данные теплохода; - сведения потребителей электроэнергии; - данные об установленном оборудовании;
---	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).	- Современное состояние систем электроснабжения маломерных судов; - Принципиальные схемы автономного электроснабжения маломерных судов; - Виды и характеристики солнечных и аккумуляторных батарей; - Виды инверторов, технические характеристики; - Виды контроллеров заряда, технические характеристики; - Технический расчет и выбор оборудования; - Расчет электрических нагрузок; - Расчет теплового насоса;
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	—
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Потехина Нина Васильевна
«Социальная ответственность»	Панин Владимир Филиппович
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
--	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭПЭО	Гусев Н.В.	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5ГЗБ	Кадыров Роллан Ергазыулы		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
5ГЗБ	Кадырову Роллану Ергазыулы

Институт	Электронного обучения	Кафедра	Электропривода и электрооборудования
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Электроэнергетика электротехника

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклад проектировщика 975р Оклад монтажника 1118,4р
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Месячный должностной оклад работника Накладные расходы Дополнительная заработная плата
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Выбор оборудования для гибридной электростанции
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Формирование плана и графика проекта. Формирование затрат на проект: - оборудование; - заработная плата (основная и дополнительная); - отчисления на социальные цели; - накладные расходы;
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет экономии и срока окупаемости гибридной электростанции

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Диаграмма Ганта

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Потехина Н.В.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5ГЗБ	Кадыров Роллан Ергазыулы		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ГИБРИДНОЙ
ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ РЕЧНОГО ОБСТАНОВОЧНОГО ТЕПЛОХОДА 457
ПРОЕКТА»**

Студенту:

Группа	ФИО
5ГЗБ	Кадырову Роллану Ергазыулы

Институт	Энергетический	Кафедра	Электропривода и электрооборудования
Уровень образования	Бакалавриат	Направление	Электроэнергетика и электротехника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения: – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)	Территория теплохода. Необходимо поддержание: 1.1. Организация пожарной безопасности на судах, контроль и ответственность за ее обеспечение 1.2. Нормативных мер обеспечения электро- и пожаробезопасности; 1.3. Нормативных мер при обращении с выбросами, сбросами и твердыми отходами.
--	---

2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	СП 152.13330.2012 «Здания судов общей юрисдикции правила проектирования». ГОСТ Р ИСО 15370-2014. «Суда и морские технологии». ПУЭ, утвержденный министерством энергетики России от 08.07.2002, №204, Глава 5.5.; ГОСТ 12.1.004-91, СС5Т. «Пожарная безопасность. Общие требования». СанПиН 2.5.2-703-98 "Суда внутреннего и смешанного (река-море) плавания" Постановление Правительства РФ от 03.09.2010 №681. «Об утверждении Правил обращения с отходами производства и потребления в части осветительных устройств».
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности: – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – влияние излучения солнечных панелей на организм человека;	Вредные факторы: Температура воздуха рабочей зоны; Влажность воздуха; Запыленность воздуха рабочей зоны; Недостаточная освещенность рабочих мест; Тепловое излучение.
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности – механические опасности (источники, средства защиты);	Опасные факторы: 2.1. Опасность электро-поражения; 2.2. Опасность возгораний (пожаров).

– термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	
3. Охрана окружающей среды: – анализ воздействия судна на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия судна на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия судна на литосферу (отходы);	Описание проектируемой системы обращения с выбросами, сбросами, твердыми отходами.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – Прохождением всеми членами экипажа первичного инструктажа в соответствующей организации и последующих – на рабочем месте; – Проведением ежегодного повторного инструктажа; – Проведением разъяснительной работы с членами экипажа по вопросам пожарной безопасности; – Соблюдением правил пожарной безопасности; – Регулярной проверкой, направленной на определение наличия пожарного оборудования и степени готовности его рабочего состояния; – Подготовкой и, в случае необходимости, выполнением вспомогательных мероприятий по укреплению пожарной безопасности судна; – Оформлением графика дежурств по пожарной тревоге, подготовкой карточек, вывешиваемых в каюте каждого члена экипажа, с обязанностями в случае пожара.	Право на условия жизни, отвечающие требованиям безопасности и гигиены. Использовать оборудования согласно антропометрическим данным.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Панин В.Ф.	Д.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5ГЗБ	Кадыров Роллан Ергазыулы		

Аннотация

Выпускная квалификационная работа 76 страницы, 29 рисунок, 29 таблицы, 23 источников.

Ключевые слова: гибридное электроснабжение, солнечная электростанция, электростанция, солнечные батареи, накопитель электрической энергии, инвертор, контроллер заряда.

Объектом исследования являются: Маломерное судно.

Цель работы: Проект гибридного электроснабжения речного обстановочного теплохода, с использованием солнечной электростанции и маршевого дизеля с аккумуляторными батареями способной обеспечить бесперебойное электроснабжение автономного потребителя за счет преобразования энергии солнца.

В процессе исследования проводились: Расчет потребителей электроэнергии, обусловленный выбор солнечных панелей по мощности, расчет и выбор емкостей аккумуляторных батарей, выбор дополнительного оборудования для работы гибридной электростанции

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: Разработанная система солнечной электростанции способна обеспечить бесперебойное электроснабжение потребителя, как за счет накопителей электрической энергии, так и напрямую от фотоэлектрических элементов.

Область применения: Бесперебойное обеспечение потребителя электрической энергией на судах.

Экономическая эффективность/значимость работы: Использование возобновляемого источника энергии, что значительно снижает экономические затраты.

Оглавление

Введение.....	10
1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	11
1.1 Характеристики теплохода.....	11
1.2. Основные данные.....	13
2. РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ.....	14
3. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ.....	16
3.1 Виды солнечных панелей.....	16
3.1.1 Кремниевые солнечные батареи.....	16
3.1.2 Монокристаллические солнечные батареи.....	17
3.1.3 Поликристаллические солнечные панели.....	18
3.1.4 Аморфные солнечные панели или батареи из аморфного кремния.....	19
3.1.5 Плёночные солнечные батареи.....	19
3.1.6 Полимерные солнечные панели.....	21
3.2 ВЫБОР СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ.....	22
3.2.1 Солнечные панели (солнечные батареи).....	22
3.2.2 Инвертор.....	27
3.2.3 Аккумуляторы.....	34
3.2.4 Контроллер заряда.....	40
4. Расчет мощности двигателя и его выбор для насоса.....	42
4.1 Определение параметров схемы замещения АД.....	47
4.2 Расчет параметров схемы замещения.....	49

5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	51
5.1 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	51
5.2 Анализ конкурентных технических решений.....	52
5.3 Планирование проведения работ.....	57
5.4 Затраты на проект.....	57
5.5 Расчет экономии и срока окупаемости гибридной электростанции.....	59
6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	62
6.1 Социальная ответственность.....	62
6.2 Характеристика помещения.....	62
6.3 Анализ опасных и вредных факторов.....	63
6.4 Электропоражение.....	64
6.5 Микроклимат в помещении.....	65
6.6 Освещенность.....	68
6.7 Пожарная опасность.....	70
6.8 Защита окружающей среды от процессов на теплоходе.....	72
Заключение.....	74
Список литературы.....	75

Введение

Целью данного проекта является разработка гибридной солнечной электростанции для автономного подвижного объекта – речного обстановочного теплохода для системы электроснабжения собственных нужд. В данном случае целесообразнее будет использовать съемные солнечные панели, которые будут установлены на специальный каркас для ориентации их относительно солнца и изменения положения: «транспортное-рабочее».

Обстановочные суда - это теплоходы, предназначенные для обслуживания судоходной обстановки. На малых реках используются теплоходы проектов 391Б, Р-159 и 457. Наиболее полно требованиям производства работ по обслуживанию знаков навигационного ограждения и комфортности для экипажей отвечает теплоход проекта 457. Судно класса «Р» Речного Регистра.

На обстановочном теплоходе проекта 457 в качестве главного двигателя установлен двигатель СМД-18Н - 4-х цилиндровый с непосредственным впрыском топлива, диаметром цилиндра 12 см, ход поршня 14 см, полная мощность 73 кВт или 100 л. с.

Скорость судна в глубокой воде 15 км/ч. Численность экипажа на вахте 3 человека. Штат команды 9 человек. Автономность плавания по запасам топлива 4 суток. Управление судна дистанционное из рулевой рубки. Корпус судна стальной, сварной, набранный по поперечной системе набора.

Для обслуживания знаков судоходной обстановки в носовой части установлен ручной кран грузоподъемностью 0,5 т. и вылетом стрелы 3,2 м. Для перевозки речных буюв РБ-14-55, хранения запасных частей и знаков судоходной обстановки используется грузовой трюм.

В данном дипломном проекте рассматривается замена энергетической установки на обстановочном теплоходе проекта 457, добавлением гибридной электростанции используя солнечные панели.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Характеристики теплохода



Рисунок 1, Теплоход «Путейский» 457 проекта

Назначение судна: обслуживание судовой обстановки на реках.

Материал корпуса: сталь ВстЗсппо (4мм, 5 мм – на корме и носу) ГОСТ 5521-67. Род надстроек и материал: кормовая с рулевой рубкой, вынесенной на середину корпуса стЗсп ГОСТ 5524-67. Род и число двигателей: гребной стальной винт. Скорость при полной осадке: 15 км/час. Тип двигателей: один дизель СМД-18Н. Род топлива: дизтопливо (солярка) ГОСТ 4749-73. Род освещения: электрическое нормальное 24В постоянного тока.

Электрооборудование судна предназначено для запуска двигателя, питания электрических приборов и устройств, питания цепей, освещения и сигнально-электрических огней, автоматической пожарной сигнализации (АПС). Электрооборудование для запуска двигателя и зарядки аккумуляторных батарей соединено по однопроводной схеме, при которой корпус использован в качестве второго провода – «масса». [1]

Главный распределительный щит (ГРЩ), цепи освещения и сигнально–отличительных огней, система контроля и АПС получают питание по двухпроводной схеме. Номинальное напряжение – 24В. Идея проекта заключается в том, что при движении теплохода пусковые аккумуляторы будут питаться от маршевого дизеля с первым генератором на 24В, в то время как остальные судовые электроприемники будут питаться от маршевого дизеля со вторым генератором на 12В. При длительной стоянке судна вне остановочного пункта, где невозможно подключиться к береговой сети электроснабжения, функцию источника электроснабжения собственных нужд теплохода должна взять на себя солнечная электростанция.

На рисунке 2 представлена принципиальная схема подключения элементов гибридной солнечной электростанции судна.



Рисунок 2, Принципиальная схема электроснабжения автономного объекта

1.2. Основные данные

Главные размерения судна, конструкция корпуса, оборудование помещений, судовые устройства и системы, электрооборудование сохраняются по проекту 457 с соответствующими дополнениями в электроснабжение теплохода. [1]

Главные размеры судна:

Длина расчетная $L = 19,9$ м.

Длина габаритная $L_{гб} = 20,5$ м.

Ширина расчетная $B = 3,3$ м.

Ширина габаритная $B_{гб} = 3,41$ м.

Высота борта расчетная $H = 1,2$ м.

Осадка расчетная $T = 0,6$ м.

Согласно темы данного проекта на судне предусматривается установка гибридной электростанции на специальный каркас для ориентации их относительно солнца и изменения положения: «транспортное-рабочее».

Применение гибридной электростанции обусловлено:

- возможностью экономии топлива при долгих стоянках;
- возможностью использования возобновляемых источников энергии.

2. РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ

При проектировании автономной солнечной электростанции сначала нужно составить список всех потребителей электроэнергии, выяснить их потребляемую мощность. В таблице 1 приведены данные о потребителях.

Таблица 1— Потребители электроэнергии

Потребители	$P_{\text{ном}}$, кВт	Время использования, ч	$W_{\text{сут}}$, кВтч
Холодильник	0,125	8	1
Освещение	0,2	6	1,2
Водяной насос	0,125	7	0,875
Всего	0,45	21	3,07

Средняя мощность за ночь

$$P_{\text{ср}} = \frac{\sum W}{T_{\text{работы}}} = \frac{3,07}{21} = 0,146 \text{ кВт}$$

Ток потребляемый за время работы

$$I_{\text{день}} = \frac{P_{\text{ср.день}}}{U_{\text{акб}}} = \frac{146}{12} = 12,16 \text{ А}$$

Учитывая, что все три аккумуляторные батареи заряжены полностью, мы можем определить на сколько часов работы хватит при таком потреблении тока.

$$T_{\text{часов}} = \frac{E}{I_{\text{сутки}}} = \frac{360}{12,16} = 29,6 \text{ ч}$$

Произведем расчет необходимой емкости накопителей для покрытия суточной потребности в электроэнергии. Напряжение батарей аккумуляторов принято равным $U_{\text{АКБ}} = 12 \text{ В}$, глубина разряда, с целью продления срока службы аккумуляторов, принята равной 30%. Ранее мы определили, что емкость аккумуляторных батарей с учетом всех потребителей должна

составлять 360 Ач. Исходя из расчетов, мы видим, что порядка 30 часов оборудование может работать без подзарядки.

3. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

3.1 Виды солнечных панелей

Сегодня различные типы солнечных панелей набирают всё больше и больше популярности. И не зря, ведь помимо того, что население планеты Земля начинает задумываться об экологических источниках энергии, солнечные панели ещё и становятся всё более и более энергоэффективными. Конечно, самое основное что входит в любую солнечную систему энергообеспечения — это панели или батареи, поэтому важно разбираться что к чему. Конечно, система намного сложнее и в неё входят всякие стабилизаторы, инверторы и прочее, однако это не основной момент. [4]

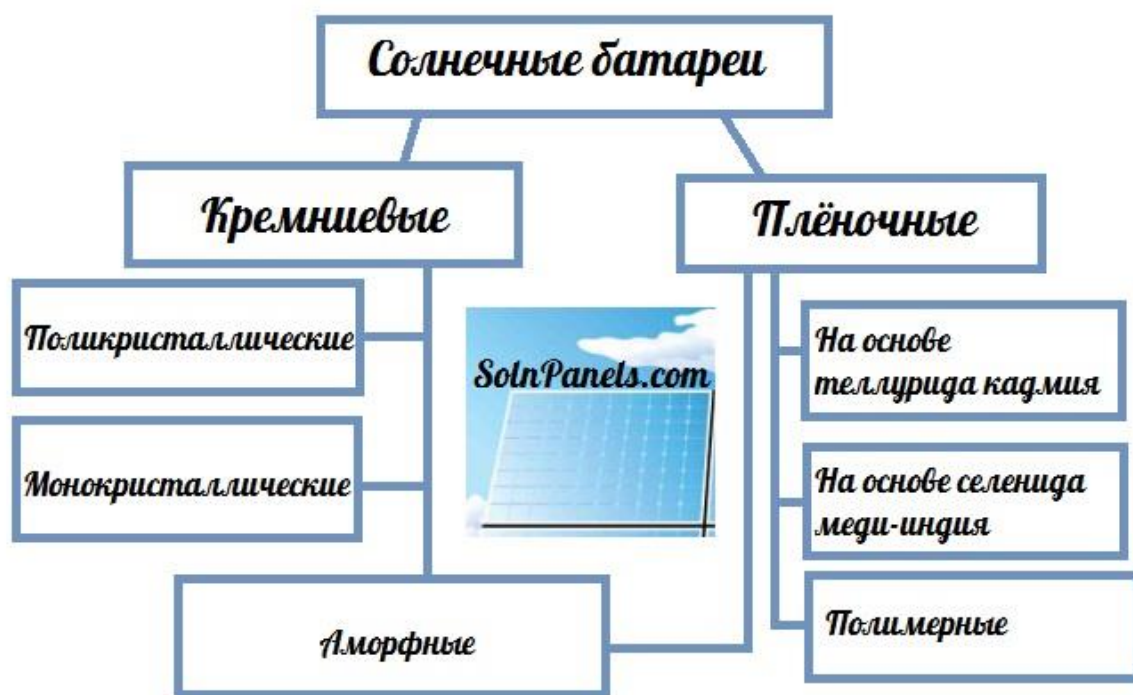


Рисунок 3, Виды солнечных батарей

3.1.1 Кремниевые солнечные батареи

Такой тип солнечных панелей отличается в первую очередь своим материалом, который, как можно догадаться из названия, представлен кремнием. Сегодня это самые популярные батареи на рынке. Это связано с тем, что кремний сравнительно легкодоступный материал, он недорогой и при этом обладает хорошими показателями производительности, по

сравнению с конкурентными видами солнечных модулей. Производят их не только из кремния, но и в том числе из моно, поликристаллов, а также аморфного кремния. [5]

3.1.2 Монокристаллические солнечные батареи



Рисунок 4, Монокристаллические солнечные панели

Для производства солнечных батарей монокристаллического типа используют очищенный, самый чистый кремний. Такой вид солнечной панели выглядит как силиконовые соты, или ячейки, которые соединены в одну структуру. После того, как очищенный монокристалл затвердевает, его разделяют на супертонкие пластины, толщиной до 300 мкм. Такие готовые пластины соединены тонкой сеткой из электродов. В сравнении с аморфными батареями, такие стоят дороже, ведь технология их производства в разы сложнее. При этом такие батареи стоит выбрать хотя бы за их высокий коэффициент полезного действия(КПД). На уровне 20%. Да, для солнечных батарей это хороший показатель. [5]

3.1.3 Поликристаллические солнечные панели

Для того чтобы получить поликристаллы, кремниевую субстанцию медленно охлаждают. Такой подход к технологии производства значительно дешевле чем в предыдущем типе панелей, поэтому и стоит этот вид дешевле. При этом для изготовления требуется меньше энергии, а это ещё раз благотворно действует на цену. Но чем-то же нужно жертвовать? Поэтому у таких батарей КПД ниже — до 18%. Связано такое падение коэффициента с образованиями внутри поликристалла, которые снижают эффективность. Для того ещё лучше разобраться в различиях между первым и вторым типом батарей, взгляните на таблицу.

Таблица 2 — Сравнительная таблица монокристаллических и поликристаллических солнечных панелей

Фактор	Монокристаллы	Поликристаллы
Разница в структуре	Кристаллы направлены в одну сторону, зёрна параллельны	Кристаллы направлены в разную стороны, не параллельны
Стабильность работы	Высокая	Меньше
Стоимость	Дорогостоящие батареи	Также дорогостоящие, но дешевле
Окупаемость	2 года	до 3х лет
КПД	до 22%	до 18%
Технология производства	Совершеннее, сложнее, точнее	Проще, отсюда и низкая стоимость

3.1.4 Аморфные солнечные панели или батареи из аморфного кремния

Данный вид солнечных батарей можно отнести как к кремниевым (потому что материал изготовления — кремний) так и к плёночным, ведь изготовлены они по принципу производства плёночных батарей. Но всё же отличия есть.

Здесь используются не кристаллы кремния, а так называемый силан (кремневодород). Его наносят на подложку, внутри батарей. КПД у такого вида солнечных батарей намного ниже — около 5%. Но всё не так плохо! Есть и преимущества, среди которых можно назвать: намного лучшее поглощение (в 20 раз лучше), лучше работает при отсутствии прямого солнца, когда пасмурно, эластичность панелей.

Также бывают сочетания моно и поликристаллических панелей с аморфными. Такое сочетание позволяет соединить преимущества двух различных типов. Например, батареи лучше работают, когда солнца недостаточно для обычных кристаллических батарей. [5]

3.1.5 Плёночные солнечные батареи

Плёночные панели — это следующий шаг развития источников питания на солнечной энергии. Шаг, который продиктован в первую очередь необходимостью снижения цен на производство батарей и стремлением к повышению энергоэффективности.

Плёночные батареи на основе теллурида кадмия



Рисунок 5, Плёночные батареи на основе теллурида кадмия

Кадмий — это материал, который обладает высоким уровнем светопоглощения, открытый как материал для солнечных батарей в 70-х годах. На сегодняшний день, этот материал применяется уже не только в космосе, на околоземной орбите, но и активно используется в качестве материала для солнечных панелей обычного, домашнего пользования.

Самой главной проблемой в использовании такого материала является его ядовитость. Однако исследования говорят о том, что уровень кадмия, который уходит в атмосферу, слишком мал, чтобы наносить вред здоровью человека. Также, несмотря на низкий КПД в районе 10%, стоит единица мощности в таких батареях меньше, чем у аналогов.

Плёночные панели на основе селенида меди-индия

Тип солнечных батарей из таких материалов используют медь, индий, селен, как полупроводник. Кстати, индий — это основной, очень необходимый материал, который используется в производстве жидкокристаллических мониторов. Поэтому, оставляя такой материал для этих целей, часто используют галлий, который замещает индий по своим

функциям. КПД здесь выше, чем у батарей из теллурида кадмия — около 20%.

3.1.6 Полимерные солнечные панели

Вид солнечных батарей, который не так давно был изобретён и начал производиться. Здесь проводниками выступают полифенилен, фуреллены, фталоцианин меди. При этом такая плёнка очень тонкая — около 100 нм. Несмотря на низкий уровень КПД, около 5%, всё же можно выделить причины, почему стоит выбирать этот тип солнечных батарей: Доступность материалов, дешевизна, отсутствие вредных выделений в атмосферу. Так что такие батареи отлично подходят потребителям, ведь обладают отличной эластичностью и экологичностью. [6]

Также хотелось бы сравнить коэффициенты полезного действия каждого типа солнечных батарей.

Таблица 3 — Сравнение КПД каждого типа солнечных батарей

КПД	в процентах
Монокристаллические	17-22%
Поликристаллические	12-18%
Аморфные	5-6%
Теллурид кадмия	10-12%
Селенид меди-индия	15-20%
Полимерные	5-6%

3.2 ВЫБОР СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ

3.2.1 Солнечные панели (солнечные батареи)

Солнечная батарея (солнечная панель) – это система элементов, структура которых позволяет, используя принцип фотоэффекта, преобразовывать попадающий на них под определённым углом солнечный свет в электрический ток.

Выбирая солнечные панели в нашем случае необходимо ссылаться на ряд характеристик, такие как мощность, срок службы, исполнение.

Существует несколько видов фотоэлектрических модулей, самые популярные и доступные для потребителей – это батареи из поликристаллического кремния, процесс производства которых наименее трудоемок, а эффективность достигает 13%, и монокристаллические солнечные батареи – по эффективности преобразования солнечной энергии, превосходящие сегодня все другие технологии. Панели из монокристалла отличаются стабильными характеристиками и сохраняют до 80% от первоначальной мощности в течении всего ресурса работы. [2]

Следуя из места размещения панелей стоит отметить, что не маловажным критерием выбора являются и размеры панелей. Размеры размещения панелей 1.7м×2.5м.

По заданным данным подходят три вида панелей:

1. Delta FSM-150M – солнечная панель на основе поликристаллических кремниевых панелей.



Рисунок 6, Солнечная панель Delta FSM-150M

Таблица 4 — Характеристики панели Delta FSM-150M

Мощность, Вт	150 Вт
Напряжение холостого хода, В	22,5
Напряжение при работе на нагрузке, В	18
Ток при работе на нагрузке, А	8,33
Габариты, мм	1470 x 660 x 35
Температура эксплуатации и хранения, °С	-40 ... +85°С
КПД солнечного модуля, %	15,5
КПД солнечного элемента, %	17,1
Коннекторы	MC4
Класс защиты	IP65
Солнечные элементы	поликристалл
Вес, кг	12
Цена	10500 р

2. TopRaySolar 150П - солнечная панель на основе поликристаллических кремниевых панелей.



Рисунок 7, Солнечная панель TopRaySolar 150П

Таблица 5 — Характеристики панели TopRaySolar 150П

Мощность, Вт	150
Напряжение холостого хода, В	22,4
Напряжение при работе на нагрузке, В	18,1
Номинальное напряжение, В	12
Ток короткого замыкания, А	8,66
Габариты, мм	1460 x 664 x 35
Коннекторы	MC4
Вес, кг	12,0
Цена	8000 р

3. Exmork ФСМ-200М - изготовлен из высокоэффективных монокристаллических солнечных элементов.

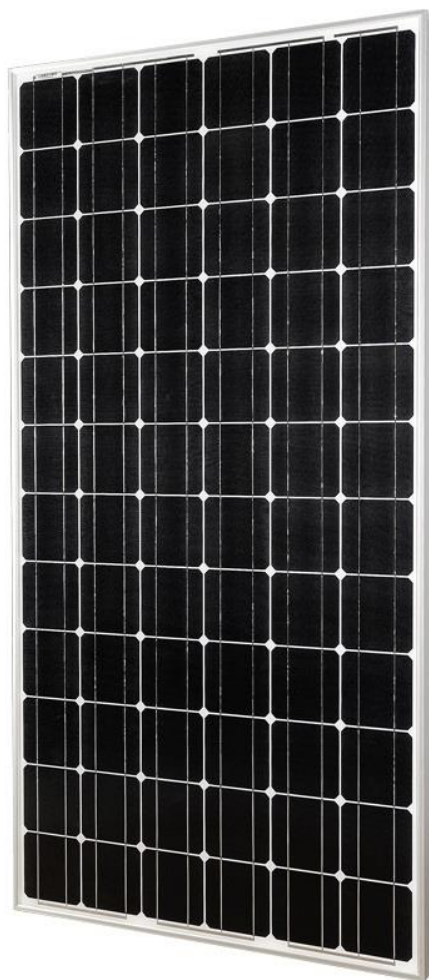


Рисунок 8, Солнечная панель Exmork ФСМ-200М

Таблица 6—Характеристики панели Exmork ФСМ-200М

Максимальная мощность	200 Вт
Структура (элементы)	Монокристаллическая, Класс качества - A
Номинальное напряжение	24 В
Напряжение холостого хода	44,95 В
Напряжение макс. мощности	36,95 В
Ток короткого замыкания	5,65 А
Ток при работе на нагрузку	5,42 А
Макс. напряжение системы	1000 В
Количество ячеек	72 шт. (6x12) A-категории

Коннекторы	МС4
Длина кабелей	900 мм
Корпус (рама)	Алюминий
КПД гальванического элемента	18,1%
Температура эксплуатации	от -40 до+85 °С
Класс защиты	IP65
Размеры	1580×808×35 мм
Вес, Кг	15 кг.
Срок службы	более 20 лет (80% мощности)
Соединители и тип кабеля	4 мм. кв.
Гарантия	10 лет
Производитель	Германия

Сравнивая три конкурентно способных вида панелей можно сделать вывод, что панель, сделанная из монокристаллических солнечных элементов, то есть панель марки Exmork ФСМ-200М подходит по мощности, размерам и исполнению. Так как панель будет расположена на теплоходе не мало важным критерием является герметичность, данная модель соответствует этому требованию. В данном случае целесообразнее будет использовать съемные солнечные панели, которые будут установлены на специальный каркас для ориентации их относительно солнца и изменения положения: «транспортное-рабочее».

3.2.2 Инвертор

Переходим к выбору инвертора напряжения. При сопряжении генерирующих устройств, для работы в составе единой автономной системы могут быть использованы различные варианты схем. ДГ генерируют переменный ток и подключены непосредственно к потребителям. Следовательно, на выходе этих генераторов должна поддерживаться частота 50Гц. ФЭП не имеют непосредственного контакта с потребителями и соединены с ними через контроллер заряда и инвертор. [3]

Проведем анализ так же трех разных инверторов:

1. ИС-12-3000 инвертор DC-AC

Инвертор ИС-12-3000 (преобразователь напряжения) преобразует постоянное напряжение аккумулятора 12 В в переменное синусоидальное напряжение 220 В и частотой 50 Гц. Качественные характеристики такого напряжения аналогичны характеристикам напряжения в бытовой сети.

К инвертору ИС-12-3000 может быть подключено любое оборудование, рассчитанное на питание от бытовой сети 220В и потребляемой мощностью, не превышающей номинальную мощность инвертора.

ИС-12-3000 имеет возможность кратковременного двойного форсирования по мощности, отдаваемой в нагрузку. Это делает возможным подключать к прибору устройства, потребляющие на этапе включения мощность, которая превышает номинальную потребляемую мощность устройства. К примеру, в момент включения мощность холодильника превышает его номинальную мощность до пяти раз.

Инвертор ИС-12-3000 допускает работу с любым типом аккумуляторных батарей - свинцовые, никель-кадмиевые, литий-ионные и т. д. [2]



Рисунок 9, Инвертор ИС-12-3000

Таблица 7—Характеристики инвертора ИС-12-1500

Выходное напряжение	220 В, 50 Гц. Синусоидальное
Входное напряжение	10,5 - 14,5 В
Мощность	3000 Вт, максимальная 6000 Вт (в течение 2 сек.)
Диапазон рабочих температур	-10 +40 0С
КПД	92%
Размеры	165x245x198 мм
Длина проводов	50 см (возможно увеличение длины под заказ)
Вес	5 кг.
Производитель	Россия
Цена	25700 р

2. MeanWell TS-3000-248V

Инвертор TS-3000-248V это преобразователь напряжения постоянного напряжения 48В в переменное синусоидальное 230В без функции зарядки батарей. Номинальная мощность инвертора 3000Вт. Пиковые значения нагрузки до 3520Вт (до 180сек), 4500Вт (до 10сек) и 6000Вт (до 0,5сек). Недорогая цена и высокое качество делает данную модель

выгодным решением для применения в системах автономного электроснабжения.

Компания MeanWell, зарекомендовавшая себя как производитель качественных и надежных источников питания, представляет линейку инверторов. Серия TN представляет собой синусоидальный с функции зарядки батарей и встроенным контроллером заряда от солнечных батарей. Это позволяет реализовать с помощью него не только систему резервного питания электропотребителей во время пропадания внешней электросети, но и полностью автономную систему электроснабжения. Для построения полнофункциональной системы автономного обеспечения необходимо просто добавить солнечные батареи – встроенный контроллер будет осуществлять заряд подсоединенных АКБ от солнечных фотоэлементов. Это позволяет гибко регулировать общую стоимость системы. [2]

Функции аппарата:

- Чистый синус, погрешность менее 3%
- Двухкратная перегрузочная способность
- Высокая эффективность
- Функция автотестирования нагрузки для сохранения энергии АКБ
- Пиктографическая индикация режимов и состояния
- Смарт управление вентилятором охлаждения
- Полный набор функций защиты
- Гарантия 1 год



Рисунок 10, Инвертор MeanWell TS-3000-248B

Таблица 8—Характеристики инвертора MeanWell TS-3000-248B

Выходной сигнал	синус, THD <3%
Входное напряжение	42-60 В=
Мощность	3000 Вт
Максимальная мощность	4500 Вт
Пиковая мощность	6000 Вт
Функция сохранения энергии	>5 Вт
Эффективность	89-91%
Защиты	Низкий уровень батареи/Переполюсовка/Перегрузка/Коротк ое замыкание в нагрузке/Выбросы напряжения/Перегрев
Рабочая температура	0..40 С
Влажность	20..90% без конденсации
Размер	467x283.5x100 мм
Производство	Китай
Цена	38850 р

3. EXPERT EX 3K

Инвертор EX 3K со встроенным контролером заряда АКБ от солнечных батарей. Это многофункциональный инвертор/зарядное/контроллер PWM, объединяющий в себе функции:

- синусоидального инвертора
- PWM контроллера заряда аккумуляторов от солнечных панелей
- зарядного устройства аккумуляторов
- система наблюдения за параметрами сети и нагрузки (требуется доп.оборудование)

Удобный ЖК-дисплей обеспечивает пользователю настройку и удобное управление с помощью кнопок таких параметров, как:

- текущий режим работы
- частоту и напряжение в сети, ток и мощность потребления
- частоту и напряжение при генерации, ток и мощность потребления
- напряжение АКБ и их состояние
- токи заряда/разряда аккумуляторов
- напряжение и ток заряда от солнечных батарей
- коды ошибок и предупреждений

Назначение:

Инвертор Expert накапливает энергию от внешнего источника электроэнергии (внешняя сеть, генератор или солнечных батарей) в аккумуляторные батареи, а также транслирует энергию к потребителям. При отключении внешнего источника электроэнергии или обнаружении опасного высокого напряжений в нем, инвертор Expert мгновенно переключается в режим генерации для обеспечения бесперебойного питания и защиты резервируемой нагрузки от АКБ. При этом энергия от солнечных батарей постоянно поступает напрямую к потребителям, а ее излишек в аккумулятор. При восстановлении внешнего источника инвертор Expert тестирует его параметры и подключает потребителей к нему, а также

заряжает аккумуляторы - для восполнения энергии в них. В целях экономии и при наличии достаточной энергии от солнечных модулей инвертор Expert может питать потребителей только ею, отключившись при этом от внешнего источника и не потребляя от него ничего. [3]

Основные преимущества:

- Встроенной PWM-контроллер солнечной батареи
- Чистая синусоида на выходе инвертора
- Настраиваемый диапазон входного напряжения для домашней техники или ПК
- Настраиваемый ток заряда аккумуляторов
- Контроль зарядного тока для предотвращения перезаряда АКБ
- Правильный 3-х ступенчатый режим заряда АКБ
- Совместим как с питанием от сети, так и от генератора
- Автоматический перезапуск при восстановлении внешнего питания
- Защита от перегрузки / перегрева / короткого замыкания
- Эффективная конструкция зарядного устройства для оптимизации производительности аккумулятора
- Функция автоматического перезапуска после выключения



Рисунок 11, Инвертор EXPERT EX 3K

Таблица 9—Характеристики инвертора EXPERT EX 3K

Номинальная мощность, ВА/Вт	3000/2400
Пиковая мощность, ВА	6000
Максимальный зарядный ток от сети, А	110
Выбираемый диапазон напряжений, В	170-280, 90-280
Рабочая температура / влажность	0 ~ 55°C / 5 ~ 95%
Общий вес, кг	6,6
Габариты, мм	100x275x355
Производитель	Филиппины
Цена	36310 р

Исходя из данных таблиц делаем вывод что целесообразнее выбрать инвертор отечественного производства ИС-12-3000 с запасом мощности. Так же данный вид инвертора незначительно отличается ценой от своих аналогов.

3.2.3 Аккумуляторы

В солнечной энергетике наибольшей популярностью пользуется герметичный свинцово-кислотный аккумулятор, производимый с использованием 2 различных технологий:

- Gelled Electrolite.
- Absorptive Glass Mat.

Технология Gelled Electrolite стала применяться в конце 50-х годов. Она заключается в добавлении оксида 4-хвалетного кремния в электролит, что способствует переходу электролита в гелеобразное состояние. Этот метод позволяет достичь абсолютной герметичности батареи, а циркуляция газов осуществляется в многочисленных порах желеобразного электролита. Большой плюс гелевых аккумуляторов для солнечных батарей, производимых с применением технологии Gelled Electrolite, это отсутствие необходимости доливки воды в течение всей эксплуатации.

Технология Absorptive Glass Mat была разработана в 70-е годы. Она предполагает использование пористого стекловолоконного заполнителя-сепаратора. Его пропитывают электролитом и тем самым переводят в безжидкостное состояние. Дозируя количество электролита, добиваются того, чтобы заполненными оказались лишь мелкие поры, так как более крупные предназначены для свободной циркуляции газов. AGM-батареи также не требуют дополнительного обслуживания. [11]

Солнечные аккумуляторные батареи, производимые и по первой, и по второй технологии, обладают как достоинствами, так и недостатками. Узнать о них более подробно Вы сможете из таблиц 10 и 11.

Таблица 10— Преимущества

AGM технология	GEL технология
Абсолютно герметичная конструкция исключает возможность утечки кислоты и коррозии клемм, а также позволяет монтировать АКБ в любом положении, за исключением вверх дном.	Допускается установка аккумулятора на боковую поверхность и вверх дном. Являются более устойчивыми к глубоким разрядам.
Исключена возможность взрыва и выделения газов, но при условии правильной зарядки.	Стабильная работа при повышенной влажности и высоком уровне вибрации.
Стабильная работа батареи при температуре ниже -30°C.	Возможность эксплуатации при температурном режиме выше +50°C и ниже -35°C, а также вблизи чувствительных электронных устройств.
Увеличение срока службы за счет повышенной виброустойчивости.	Увеличение срока службы за счет использования активного материала, увеличивающего емкость аккумуляторной батареи.
Время полной зарядки аккумулятора в 7 раз меньше, чем время зарядки обычной свинцово-кислотной АКБ.	Минимальная цена в категориях «Цена/Количество месяцев службы» и «Цена/Число циклов».

Таблица 11. Недостатки

AGM технология	GEL технология
Из-за меньшего количественного содержания электролита обладают повышенной чувствительностью к превышению зарядного напряжения	В сравнении с классическими аккумуляторами гелевые АКБ имеют худшие показатели нагрузочных характеристик

Генерация электрической энергии возобновляемыми источниками характеризуется непостоянством мощности во времени, причём график изменения этой мощности может не совпадать с графиком её потребления. Эта проблема решается путём установки в систему аккумуляторных батарей и генератора на не возобновляемом органическом топливе. Аккумуляторы будут накапливать энергию и выдавать её в нужное время. Ёмкость аккумуляторных батарей рассчитывается таким образом, чтобы объект мог получать электрическую энергию баз подзарядки, в экономичном режиме не менее трех суток. Существует множество видов аккумуляторов, но для гибридной системы самыми лучшими являются гелиевые, единственный минус этих аккумуляторов является их цена. Для мобильности целесообразно использовать несколько батарей одинаковой мощности, что в сумме дает нам необходимую 300-400 Ач. Источниками потребления энергии на теплоходе в основном будет холодильник с потребляемой мощностью 0,5 кВт, так же необходимо иметь запас мощности для подключения освещения, навигационных систем и сигнальных огней.

1. DELTA GX12-200



Рисунок 12, Аккумуляторная батарея DELTA GX12-200

Таблица 12—Характеристика аккумуляторной батареи DELTA GX12-200

Номинальное напряжение	12 вольт
Емкость	200А*ч
Срок службы	до 12 лет
Диапазон рабочих температур	от -20°С до +60°С
Сплав решетки	Диоксид свинца/свинец
Пластины	Намазные
Сепаратор	Стекловолокно
Активный материал	Свинец высокой чистоты
Материал корпуса	ABS
Зарядное напряжение (буферное)	13,5-13,8В при 20°С
Зарядное напряжение (циклирование)	14,4-14,7В при 20°С
Электролит	Серная кислота в виде геля
Предохранительный клапан	Каучук
Вывода	Под болт, герметизация внешних узлов

Габариты	522x238x223 мм
Вес	65 кг
Цена	27130 р

2. DELTA GX12-100



Рисунок 13, Аккумуляторная батарея DELTA GX12-100

Таблица 13—Характеристика аккумуляторной батареи DELTA GX12-100

Номинальное напряжение	12V
Емкость	120А*ч
Срок службы	10 лет
Диапазон рабочих температур	от -20°C до +60°C
Сплав решетки	Диоксид свинца/свинец
Пластины	Намазные
Сепаратор	Микропористый дюропластик
Активный материал	Свинец высокой чистоты
Материал корпуса	ABS

Зарядное напряжение (буферное)	13.38-13.68 В при 20 °С
Зарядное напряжение (циклирование)	14.28-14.52 В при 20 °С
Электролит	Серная кислота в виде геля.
Предохранительный клапан	каучук
Вывода	Под болт
Габариты (ДхШхВ),мм	410х176х224
Вес,кг	38
Цена	13860 р

3. DELTA GX12-150



Рисунок 14, Аккумуляторная батарея DELTA GX12-150

Таблица 14—Характеристика аккумуляторной батареи DELTA GX12-150

Номинальное напряжение	12 вольт
Емкость	150А*ч
Срок службы	до 12 лет
Диапазон рабочих температур	от -20°С до +60°С

Сплав решетки	Диоксид свинца/свинец
Пластины	Намазные
Сепаратор	Стекловолокно
Активный материал	Свинец высокой чистоты
Материал корпуса	ABS
Зарядное напряжение (буферное)	13,5-13,8В при 20°C
Зарядное напряжение (циклирование)	14,4-14,7В при 20°C
Электролит	Серная кислота в виде геля
Предохранительный клапан	Каучук
Вывода	Под болт, герметизация внешних узлов
Габариты	482x170x240мм
Вес	47 кг
Цена	21830 р

Из данных таблиц можно сделать вывод что выгоднее будет приобрести аккумуляторные батареи марки DELTA GX12-120. Глядя на емкость аккумулятора для реализации проекта потребуется три батареи, что в сумме дает нам емкость 360Ач.

3.2.4 Контроллер заряда

Самостоятельно контролировать процесс заряда и разряда невозможно, для управления этими процессами устанавливается контроллер заряда. Он отвечает за контроль разряда и заряда аккумулятора от источников, а также за вводимое на аккумуляторы напряжение. Так же существует большое количество контроллеров как отечественных производителей, так и иностранных. Целесообразно использовать отечественный аналог так как инвертор отечественного производства. Выбирая контроллер оптимальным вариантом является EPsolar LandStar3024B 30A 12/24В. Максимальный ток заряда для модели LS3024B

составляет 30А, что уже само по себе рекорд для серии ШИМ контроллеров LandStar. Кроме того, как и все изделия LandStar, этот контроллер оснащен разъемом RS-485 для мониторинга и настройки работы через ПК. Электронные защиты от перегрузки, перезаряда, разряда аккумулятора и короткого замыкания гарантируют долгий срок жизни солнечной электростанции.



Рисунок 15, Контроллер заряда EPsolar LandStar3024B 30A 12/24В

Таблица 15—Характеристики контроллера EPsolar LandStar3024B 30A 12/24В

Тип контроллера	LS3024B
Напряжение, В	12/24
Макс. ток на входе, А	30
Макс. мощность СБ, Ватт	360/720
Максимальное напряжение аккумуляторов, В	50
Вес	500 гр.
Цена	3000 р
Размеры	200x101 x 57мм

4. РАСЧЕТ МОЩНОСТИ ДВИГАТЕЛЯ И ЕГО ВЫБОР ДЛЯ НАСОСА

Для теплоснабжения необходим однофазный маломощный насос от 100 до 150 Вт.

Однофазные электродвигатели (220 вольт) предназначены для подключения к однофазной сети переменного тока. Они используются в промышленной вентиляции, для комплектации электроприводов деревообрабатывающих станков, компрессоров, транспортеров, подъемников, а также для работы малой механизации: бетоносмесителей, кормоизмельчителей.

Однофазные электродвигатели содержат на статоре однофазную обмотку. Подвижная часть двигателя - ротор имеет короткозамкнутую обмотку. Такие двигатели не имеют пускового или начального вращающего момента, так как ток (однофазный) не образует вращающегося магнитного поля. Для осуществления запуска на статоре двигателя помещают вторую пусковую обмотку, расположенную под углом 90° относительно рабочей обмотки. Такие электрические двигатели называются конденсаторными. Обе обмотки используются в сети однофазного тока. Для смещения фазы тока на обмотках подключается большое сопротивление или емкость. Пусковая обмотка включается в начале работы двигателя и при достижении его рабочей скорости отключается посредством рубильника. В дальнейшем двигатель работает на одной рабочей обмотке. Однофазный двигатель работает в сети переменного тока 50 Гц и напряжением от 215 - 230 В.

Электродвигатели однофазные АИРЕ, АДМЕ 220 вольт - предназначены для комплектации различных устройств и механизмов бытовой техники (деревообрабатывающих станков, бетоносмесителей, насосов, компрессоров и др.). Электропитание осуществляется от сети переменного тока напряжением 220В. Как правило, двигатели поставляются заводами-изготовителями укомплектованными конденсаторами

(потребителю остается только подключить двигатель к однофазной сети согласно схемы подключения). Монтажные исполнения однофазных двигателей и их габаритно-присоединительные размеры соответствуют общепромышленным двигателям серии АИР(АИРМ,5А и пр.)Расшифровка обозначения : АИРЕ, АИРМУТ - однофазный с двухфазной обмоткой и рабочим конденсатором АИРЗЕ, АИРЗУТ - однофазный с трехфазной обмоткой и рабочим конденсатором.

Двигатель 220в условия эксплуатации:

Напряжение и частота: 220 В при частоте 50 Гц.

Вид климатического исполнения: У2, У3, У5, УХЛ,2, Т2.

Режим работы: S1.

Степень защиты базового варианта: IP 54.

Степень охлаждения - IC 041.

Класс нагревостойкости изоляции: электродвигатели серии АИРЕ изготавливаются с изоляцией класса нагревостойкости "В" или "F" по ГОСТ 8865-93.

Номинальные значения климатических факторов по ГОСТ 15150-69 и ГОСТ 15543.1-89.

Запыленность воздуха не более 2 мг/м³.

Группа механического исполнения М1 по ГОСТ 17516.1-90.

Воздействие вибрационных нагрузок для двигателей, соответствующих 1 степени жесткости по ГОСТ 17516.1-90.

Однофазные электродвигатели

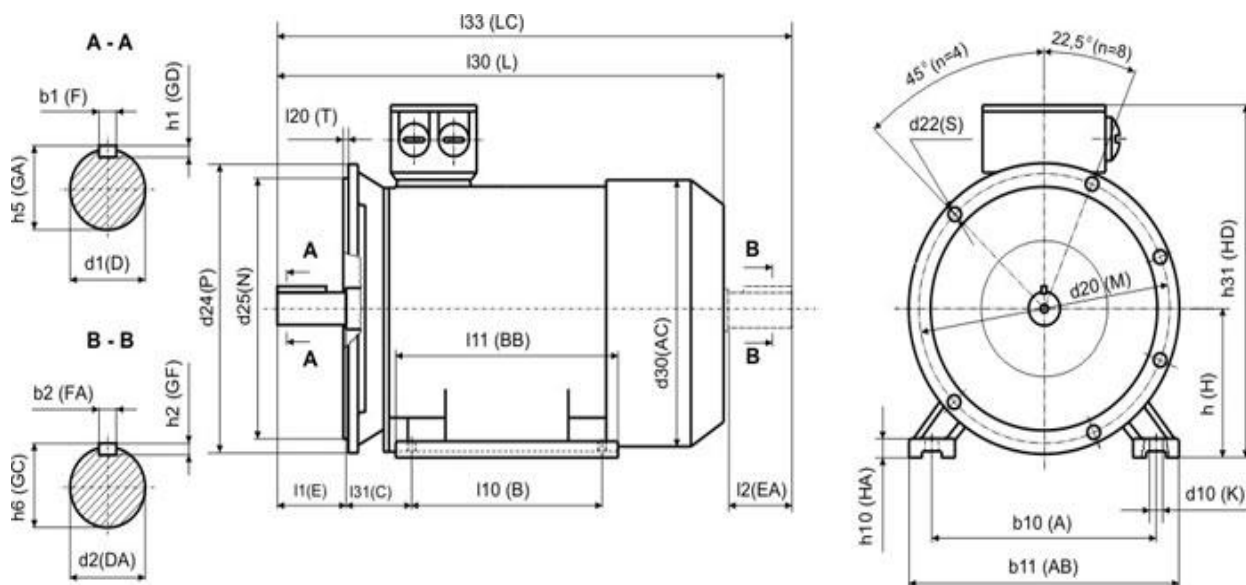
Двигатели предназначены для комплектации электроприводов бытового и промышленного назначения, различных механизмов (деревообрабатывающих станков, насосов и др.). Питание от сети переменного тока напряжением 115, 220, 230 В.

Однофазные двигатели выпускаются в тех же конструктивных исполнениях, что и двигатели серии АИР и соответствуют им по своим основным размерам.

Двигатели работают с малогабаритным пристроенным рабочим конденсатором.

Электродвигатель трехфазный АИР56А4 (АИР 56 А4) относится к серии общепромышленных асинхронных электродвигателей переменного тока с короткозамкнутым ротором. Этот электродвигатель имеет две схемы подключения (треугольник/звезда) в зависимости от напряжения токоподающей сети - 220/380 В. Мощность асинхронного электродвигателя АИР 56А4 составляет 0,12 кВт, а частота оборотов - 1500 об/мин. Высота оси вращения (габарит) электродвигателя АИР56 А4 - 56 мм, диаметр вала - 11 мм. Двигатель АИР56 А4 предназначен для работы в режиме S1 - продолжительный режим работы, при которой нагрузка на электродвигатель неизменная длительное время. Степень защиты IP55 - повышенная защита электродвигателя от влаги и пыли. Класс изоляции обмоток статора "F" - пиковая температура нагрева 150 °С.

Асинхронные трехфазные электродвигатели АИР56В4 а также аналогичные двигатели других общепромышленных серий (АДМ, АДММ) используются практически во всех отраслях промышленности, в электроприводах различных устройств, механизмов и машин, не требующих регулирования частоты вращения (насосы, вентиляторы, компрессоры и т.д.).



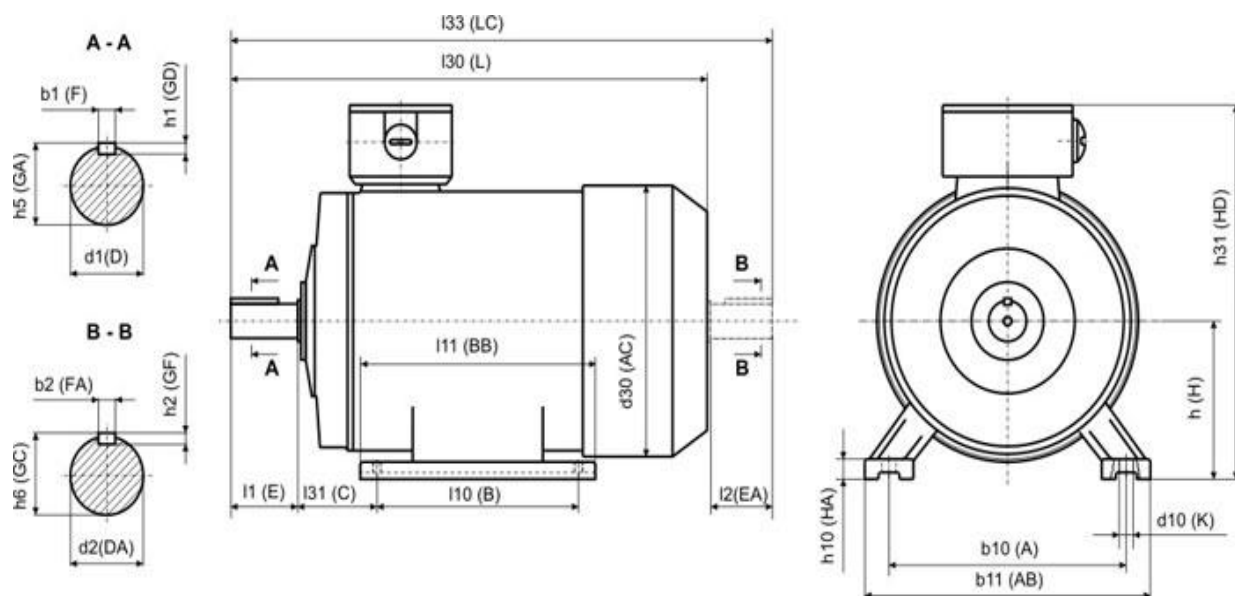


Рисунок 16,17, Габаритные и присоединительные размеры двигателя

Технические характеристики:

Таблица 16—технические характеристики двигателя AIP56B4

Установленная мощность	0,12 кВт
Напряжение электросети	220 В
Частота сети	50, Гц
КПД	0,66%
cos φ	0,66
Габарит	265x165x140 мм
Степень защищенности	IP54
Масса	4,5 кг
Частота вращения	1500 об/мин



Рисунок 18, Двигатель АИР56В4

4.1 Определение параметров схемы замещения АД

Синхронная угловая скорость вращения двигателя:

$$\omega_c = \frac{\pi \cdot n_c}{30} = \frac{3,14 \cdot 1350}{30} = 141 \text{ рад / с}$$

Номинальная частота вращения двигателя:

$$n_{\text{дв.н}} = (1 - S_n) \cdot n_c = (1 - 0,15) \cdot 1350 = 1147,5 \text{ об / мин}$$

Номинальная угловая скорость:

$$\omega_{\text{дв.н}} = (1 - S_n) \cdot \omega_c = (1 - 0,15) \cdot 141 = 119,85 \text{ рад / с}$$

Номинальный момент двигателя:

$$M_{\text{дв.н}} = \frac{P_{\text{дв}}}{\omega_{\text{дв.н}}} = \frac{120}{119,85} = 1,0012 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Тогда номинальный фазный ток:

$$I_{\text{фн}} = \frac{P_{\text{дв}}}{m \cdot U_{\text{ф}} \cdot \cos \varphi_n \cdot \eta_n} = \frac{120}{3 \cdot 220 \cdot 0,66 \cdot 0,66} = 0,723 \text{ А}$$

Для расчетов статических и динамических характеристик асинхронного двигателя найдем параметры схемы замещения. Т – образная схема замещения асинхронного двигателя для одной фазы приведена на рисунке

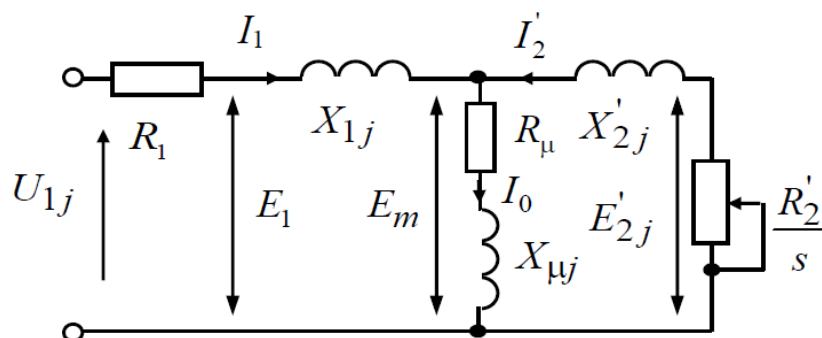


Рисунок 19, Схема замещения асинхронного двигателя

Асинхронные двигатели проектируются таким образом, что наибольший КПД достигается при загрузке на 10 – 15 % меньше номинальной. Коэффициент мощности при нагрузке равной значительно

отличается от мощности при номинальной нагрузке, причем это отличие сильно зависит от мощности двигателя.

Коэффициент загрузки двигателя принимаем $p^* = 0,75$ из-за указанных выше особенностей проектирования асинхронных двигателей.

Тогда ток статора двигателя при частичной нагрузке равен:

$$I_{11} = \frac{p^* \cdot P_{\text{дв}}}{m \cdot U_{\phi} \cdot \cos \varphi_n \cdot \eta_n} = \frac{0,75 \cdot 120}{3 \cdot 220 \cdot 0,66 \cdot 0,66} = 0,548 \text{ A}$$

Ток холостого хода асинхронного двигателя:

$$I_0 = \sqrt{\frac{I_{11}^2 - \left(\frac{p^* \cdot I_{\phi n} \cdot (1 - S_n)}{1 - p^* \cdot S_n} \right)^2}{1 - \left(\frac{p^* \cdot (1 - S_n)}{1 - p^* \cdot S_n} \right)^2}} = \sqrt{\frac{0,548^2 - \left(\frac{0,75 \cdot 0,723 \cdot (1 - 0,15)}{1 - 0,75 \cdot 0,15} \right)^2}{1 - \left(\frac{0,75 \cdot (1 - 0,15)}{1 - 0,75 \cdot 0,15} \right)^2}} = 0,25 \text{ A}$$

Из формулы Клосса следует соотношение для расчета критического скольжения:

$$S_{кр.} = S_n \cdot \frac{k_{\max} + \sqrt{k_{\max}^2 - (1 - 2 \cdot S_n \cdot \beta \cdot (k_{\max} - 1))}}{1 - 2 \cdot S_n \cdot \beta \cdot (k_{\max} - 1)} =$$

$$= 0,15 \cdot \frac{2,1 + \sqrt{2,1^2 - (1 - 2 \cdot 0,15 \cdot 1 \cdot (2,1 - 1))}}{1 - 2 \cdot 0,15 \cdot 1 \cdot (2,1 - 1)} = 0,903 \text{ o.e}$$

где в первом приближении коэффициент $\beta = 1$

4.2 Расчет параметров схемы замещения

Предварительно для расчёта активных и индуктивных сопротивлений (параметров схемы замещения) обмоток статора и ротора определяются следующие коэффициенты:

$$C_1 = 1 + \frac{I_0}{2 \cdot k_i \cdot I_{\phi n}} = 1 + \frac{0,25}{2 \cdot 0,0007 \cdot 0,723} = 248,155$$
$$A_1 = \frac{m \cdot U_{\phi}^2 \cdot (1 - S_n)}{2 \cdot C_1 \cdot k_{\max} \cdot P_{\partial \phi}} = \frac{3 \cdot 220^2 \cdot (1 - 0,15)}{2 \cdot 248,155 \cdot 2,1 \cdot 120} = 0,987$$

Активное сопротивление ротора, приведенное к обмотке статора асинхронного двигателя:

$$R'_2 = \frac{A_1}{\left(\beta + \frac{1}{S_{кр.}} \right) \cdot C_1} = \frac{0,987}{\left(1 + \frac{1}{0,903} \right) \cdot 248,155} = 1,887 \cdot 10^{-3} \text{ Ом}$$

Активное сопротивление обмотки статора определяется по следующему выражению:

$$R_1 = C_1 \cdot R'_2 \cdot \beta = 248,155 \cdot 1,887 \cdot 10^{-3} \cdot 1 = 0,4683 \text{ Ом}$$

Параметр γ , для определения сопротивления короткого замыкания:

$$\gamma = \sqrt{\frac{1}{S_{кр.}^2} - \beta^2} = \sqrt{\frac{1}{0,903^2} - 1^2} = 0,475$$

$$X_{\kappa} = \gamma \cdot C_1 \cdot R'_2 = 0,475 \cdot 248,155 \cdot 1,887 \cdot 10^{-3} = 0,223 \text{ Ом}$$

Тогда, индуктивное сопротивление обмотки ротора, приведенное к обмотке статора, приближённо может быть рассчитано:

$$X'_2 = 0,58 \cdot \frac{X_{\kappa}}{C_1} = 0,58 \cdot \frac{0,223}{248,155} = 5,204 \cdot 10^{-4} \text{ Ом}$$

Индуктивное сопротивление обмотки статора:

$$X_1 = 0,42 \cdot X_{\kappa} = 0,42 \cdot 0,223 = 0,094 \text{ Ом}$$

Индуктивное сопротивление цепи намагничивания определяется через значение ЭДС обмотки статора

$$E_1 = \sqrt{(U_\phi \cdot \cos \varphi_n - R_1 \cdot I_{\phi n})^2 - (U_\phi \cdot \sin \varphi_n + X_1 \cdot I_{\phi n})^2} =$$

$$= \sqrt{(220 \cdot 0,66 - 0,4683 \cdot 0,723)^2 - (220 \cdot 0,436 + 0,094 \cdot 0,723)^2} = 173,761 \text{ В}$$

Индуктивное сопротивление намагничивания:

$$X_m = \frac{E_1}{I_0} = \frac{173,761}{0,25} = 694,615 \text{ Ом}$$

Индуктивность обмотки статора, обусловленная потоками рассеяния:

$$L_{1\delta} = \frac{X_1}{2\pi f} = \frac{0,094}{2 \cdot 3,14 \cdot 50} = 0,0334 \text{ Гн}$$

Приведенная индуктивность обмотки ротора, обусловленная потоками рассеяния:

$$L'_{2\delta} = \frac{X'_2}{2\pi f} = \frac{5,204 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 3,14 \cdot 50} = 0,0331 \text{ Гн}$$

Результирующая индуктивность, обусловленная магнитным потоком в воздушном зазоре, создаваемым суммарным действием полюсов статора (индуктивность контура намагничивания):

$$L_m = \frac{X_m}{2\pi f} = \frac{694,615}{2 \cdot 3,14 \cdot 50} = 2,211 \text{ Гн}$$

Найденные параметры схемы замещения электродвигателя сведены в таблице .

Таблица 17 - Параметры схемы замещения электродвигателя АИР180S4

R_1 , Ом	X_1 , Ом	$L_{1\delta}$, Гн	X_m , Ом	L_m , Гн	R'_2 , Ом	X'_2 , Ом	$L'_{2\delta}$, Гн	X_κ , Ом
0,4683	0,094	0,0334	694,615	2,211	$1,887 \cdot 10^{-3}$	$5,204 \cdot 10^{-4}$	0,0331	0,223

5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

5.1 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью экономического раздела является составление затрат и расчет себестоимости гибридной электростанции, а также обоснование и выбор всех компонентов, которые необходимы для полноценной работы станции. Идея проекта заключается в том, что при движении теплохода пусковые аккумуляторы будут питаться от маршевого дизеля с первым генератором на 24В, в то время как остальные судовые электроприемники будут питаться от маршевого дизеля со вторым генератором на 12В. При длительной стоянке судна вне остановочного пункта, где невозможно подключиться к береговой сети электроснабжения, функцию источника электроснабжения собственных нужд теплохода должна взять на себя солнечная электростанция.

Проведем обусловленный выбор каждого компонента и сделаем сравнение с другими аналогами:

5.2 Анализ конкурентных технических решений

Рассмотрим подробно выбор каждого оборудования. Для начала проведем выбор солнечных панелей.

Солнечная батарея (солнечная панель) – это система элементов, структура которых позволяет, используя принцип фотоэффекта, преобразовывать попадающий на них под определённым углом солнечный свет в электрический ток.

Выбирая солнечные панели в нашем случае необходимо ссылаться на ряд характеристик, такие как мощность, срок службы, исполнение.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты, проведем анализ для каждого оборудования. Анализ солнечных панелей приведен в табл. 1. Для этого необходимо отобрать не менее трех-четырех конкурентных товаров и разработок.

Таблица 18— Оценочная карта СБ для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Delta FSM-150M	TopRay Solar 150П	Exmork ФСМ-200M	Delta FSM-150M	TopRay Solar 150П	Exmork ФСМ-200M
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1, Мощность, Вт	0,2	4	4	5	0,8	0,8	1
2, Габариты, мм	0,15	4	3	5	0,4	0,3	0,5
3, Ток при работе на нагрузке, А	0,16	5	3	2	0,8	0,48	0,32
4, Тем-ра эксплуатации, °С	0,04	5	4	5	0,2	0,16	0,2
5, Вес, кг	0,06	3	2	4	0,18	0,12	0,24
6, Класс защиты	0,05	5	2	2	0,25	0,1	0,1
7, Солнечные элементы	0,1	5	2	2	0,25	0,1	0,1
Экономические критерии оценки эффективности							
1, Цена	0,09	4	5	3	0,36	0,45	0,27
2, Ориентировочный срок службы	0,08	5	4	3	0,4	0,32	0,24
3, Конкурентоспособность продукта	0,12	5	4	2	0,6	0,48	0,24
Итого	1	45	33	33	4,42	3,58	3,57

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведенные в табл. 1, подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Основываясь на знаниях о конкурентах, следует объяснить:

- чем обусловлена уязвимость позиции конкурентов и возможно занять свою нишу и увеличить определенную долю рынка;
- в чем конкурентное преимущество разработки.

После выбора солнечных панелей проведем выбор инвертора. При сопряжении генерирующих устройств, для работы в составе единой автономной системе могут быть использованы различные варианты схем. ДГ генерируют переменный ток и подключены непосредственно к потребителям. Следовательно, на выходе этих генераторов должна поддерживаться частота 50Гц. ФЭП не имеют непосредственного контакта с потребителями и соединены с ними через контроллер заряда и инвертор.

В таблице 19 приведен анализ так же трех разных инверторов

Таблица 19—Оценочная карта инверторов для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		ИС-12-3000	MeanWell TS-3000-248В	EXPERT EX 3К	ИС-12-3000	MeanWell TS-3000-248В	EXPERT EX 3К
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1, Выходное напряжение, В	0,1	4	4	4	0,4	0,4	0,4
2, Входное напряжение, В	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
3, Мощность, Вт	0,2	5	4	3	1	0,8	0,6
4, Тем-ра эксплуатации, °С	0,08	4	4	4	0,32	0,32	0,32
5, Вес, кг	0,04	2	3	4	0,08	0,12	0,16
7, Производитель	0,08	3	5	4	0,24	0,4	0,32
8, Максимальный зарядный ток, А	0,05	3	4	2	0,15	0,2	0,1
Экономические критерии оценки эффективности							
6, Цена	0,13	4	2	3	0,52	0,26	0,39
2, Ориентировочный срок службы	0,1	4	4	4	0,4	0,4	0,4
3, Конкурентоспособность продукта	0,13	5	4	3	0,6	0,48	0,36
Итого	1,0	38	37	34	4,11	3,68	3,35

Далее проведем выбор аккумуляторов. Генерация электрической энергии возобновляемыми источниками характеризуется непостоянством мощности во времени, причём график изменения этой мощности может не совпадать с графиком её потребления. Эта проблема решается путём установки в систему аккумуляторных батарей и генератора на не возобновляемом органическом топливе. Аккумуляторы будут накапливать энергию и выдавать её в нужное время. Ёмкость аккумуляторных батарей

рассчитывается таким образом, чтобы объект мог получать электрическую энергию баз подзарядки, в экономичном режиме не менее трех суток. Существует множество видов аккумуляторов, но для гибридной системы самыми лучшими являются гелиевые, единственный минус этих аккумуляторов является их цена. Для мобильности целесообразно использовать несколько батарей одинаковой мощности, что в сумме дает нам необходимую 300-400 Ач. Источниками потребления энергии на теплоходе в основном будет холодильник с потребляемой мощностью 0,5 кВт, так же необходимо иметь запас мощности для подключения освещения, навигационных систем и сигнальных огней.

Таблица 20—Оценочная карта аккумуляторов для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		DELTA A GX12 -200	DELTA A GX12 -120	DELTA A GX12 -150	DELTA A GX12 -200	DELTA A GX12 -100	DELTA A GX12 -150
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1, Номинальное напряжение, В	0,1	5	5	5	0,5	0,5	0,5
2, Емкость, Ач	0,1	5	4	5	0,5	0,4	0,5
3, Споав решетки	0,2	4	4	4	0,8	0,8	0,8
4, Тем-ра эксплуатации, °С	0,05	4	4	4	0,2	0,2	0,2
5, Электролит	0,04	5	5	5	0,2	0,2	0,2
6, Вес	0,09	1	5	3	0,09	0,45	0,27
7, Габариты	0,08	2	5	3	0,16	0,4	0,24
8, Зарядное напряжение, В	0,05	5	3	4	0,25	0,15	0,2
Экономические критерии оценки эффективности							
1, Цена	0	2	5	3	0	0	0
2, Ориентировочный срок службы	0,08	5	4	4	0,4	0,32	0,32

3, Конкурентоспособность продукта	0,12	4	5	4	0,48	0,6	0,48
Итого	1	42	49	44	3,58	4,02	3,71

Вручную контролировать процесс разряда и заряда невозможно, для управления этими процессами ставится контроллер заряда. Он отвечает за контроль разряда и заряда аккумулятора от источников, а также за вводимое на аккумуляторы напряжение. Так же существует большое количество контроллеров как отечественных производителей, так и иностранных. Целесообразно использовать отечественный аналог так как инвертор отечественного производства. Выбирая контроллер оптимальным вариантом является EPsolar LandStar3024B 30A 12/24B. Максимальный ток заряда для модели LS3024B составляет 30А, что уже само по себе рекорд для серии ШИМ контроллеров LandStar. Кроме того, как и все изделия LandStar, этот контроллер оснащен разъемом RS-485 для мониторинга и настройки работы через ПК. Электронные защиты от перегрузки, перезаряда, разряда аккумулятора и короткого замыкания гарантируют долгий срок жизни солнечной электростанции.

Таблица 21—Характеристики контроллера EPsolar LandStar3024B 30A 12/24B

Тип контроллера	LS3024B
Напряжение, В	12/24
Макс. ток на входе, А	30
Макс. мощность СБ, Ватт	360/720
Максимальное напряжение аккумуляторов, В	50
Вес	500 гр.
Цена	3000 р
Размеры	201x101 x 57мм

5.3 Планирование проведения работ

Для создания этого проекта нужно запланировать проведение работ, которые представлены в таблице 5.

Таблица 22—Продолжительность работ по проектированию и монтажу

Выполняемые работы	Исполнитель	Продолжительность в часах
Выбор оборудования	Проектировщик	4
Расчет потребности в электроэнергии	Проектировщик	3
Монтаж	Монтажник	8

По данным таблицы 5 мы можем построить диаграмму Гантта, которая представлена в таблице 6.

Таблица 23—Диаграмма Гантта

№ работ	Вид работ	Исполните-ли	T_{ki} , часы	Продолжительность выполнения работ		
				16.05	17.05	18.05
1	Выбор оборудования	Проектир-к	4	■		
2	Расчет потребности в электроэнергии	Проектир-к	3		■	
3	Монтаж	Монтажник	8			■

По данным таблицы мы можем видеть, что весь проект можно реализовать за три дня, так же нам потребуются три человека, два проектировщика и один монтажник. Следующим пунктом посчитаем полные затраты на проект.

5.4 Затраты на проект

На основании выполненных работ необходимо рассчитать заработную плату исполнителей проекта.

Месячный должностной оклад работника:

$$З_m = З_{оклад} \cdot 1,3 \cdot (1 + 20\%) = 15000 \cdot 1,3 \cdot (1 + 20\%) = 23400(\text{руб.})$$

Заработная плата из расчета за 1 час:

$$З_{час} = \frac{З_m}{21 \cdot 8} = \frac{23400}{168} = 139,3(\text{руб.})$$

Основная заработная плата исполнителей:

$$З_{осн.проект-ка.} = З_{час} \cdot \sum часов = 139,3 \cdot 7 = 975(руб.)$$

$$З_{осн.монт-ка} = З_{час} \cdot \sum часов = 139,3 \cdot 8 = 1118,4(руб.)$$

Дополнительная заработная плата рассчитывается как 12% от суммы основной заработной платы:

$$З_{доп.проект-ка} = 975 \cdot 0,12 = 117(руб.)$$

$$З_{доп.монт-ка} = 1118,4 \cdot 0,12 = 134,2(руб.)$$

Отчисления во внебюджетные фонды являются обязательными отчислениями по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС). Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется как 30% от суммы основной и дополнительной заработной платы.

$$З_{внеб.проект-ка} = (975 + 117) \cdot 0,3 = 327,6(руб.)$$

$$З_{внеб.монт-ка} = (1118,4 + 134,2) \cdot 0,3 = 375,78(руб.)$$

Накладные расходы учитывают прочие затраты, такие как затраты электроэнергии, печать материалов, оплата услуг связи и т.д. Рассчитываются как 80% от суммы основной заработной платы.

$$З_{накл.} = (975 + 1118,4) \cdot 0,8 = 1674,72(руб.)$$

Таблица 24—Затраты на оборудование

№	Наименование оборудования	Мощность	Кол-во	Цена	Итого
1	Солнечная панель ФСМ-200М	150Вт	2	10000	20000
2	Инвертор ИС-12-3000	3 кВт	1	25700	25700
3	Гелиевая аккумуляторная батарея DELTA GX12-120	100 Ач	3	13860	41580
4	Контроллер заряда EPsolar LandStar3024В	12/24В 30А	1	3000	3000
4	Прочее	-		3211	4515

Итого	5	94815
Стоимость монтажа	14222	
Итого с учетом монтажа	109017	

Общие затраты на создание гибридной электростанции сведены в табл. 25.

Таблица 25 – Затраты на создание гибридной электростанции

Наименование	Руб.	%
Затраты на оборудование	109017	83,4
Заработная плата	2093	8,2
Отчисления во внебюджетные фонды	703,38	2,5
Накладные расходы	1675,72	5,9
Итого	113489	100

5.5 Расчет экономии и срока окупаемости гибридной электростанции

Об экономичности работы двигателя судят по расходу им топлива. Часовой расход топлива, отнесенный к эффективной мощности двигателя, есть удельный расход топлива. Удельный расход топлива достаточно точно отражает экономичность работы двигателя, потому что теплота сгорания дизельного топлива различных марок колеблется в небольших пределах. Основные экономические показатели вынесены в таблицу 6.

Таблица 26—Показатели расхода топлива работы на дизеле

Расход топлива	Марка дизеля СМД-18Н
Удельный расход топлива g , г/кВт · ч (г/л. с · ч)	265 (195)
Мощность на фланце РРП N^e , кВт (л. с)	66,2 (90)
Расход топлива за 1 час работы G^1 ,	5414,76

Расход топлива за месяц (10 суток), л	1178,7
Расход топлива за навигацию (около 7 месяцев), л	8250,8

Считаем, что с фланца реверс - редукторной передачи (РРП) двигателя СМД-18Н будем снимать необходимую для теплохода мощность $N = 66,2$ кВт (90 л.с), которая обеспечит заданную скорость хода.

Расход топлива за 1 час работы двигателя СМД-18Н составит

$$G_1 = gN$$

$$G_1 = 223 \cdot 66,2 = 14762 \text{ г/час} \approx 14,76 \text{ кг/час}$$

В месяц теплоход находится в навигации 10 дней по 8 часов в сутки, продолжительность навигации 7 месяцев. Итого двигатель теплохода отрабатывает за навигацию T :

$$T = 7 \cdot 10 \cdot 8 = 560 \text{ часов}$$

Двигатель СМД-18Н расходует топлива за время навигации T :

$$\sum G_1 = G_1 \cdot T$$

$$\sum G_1 = 14,76 \cdot 560 = 8265,6$$

$$8265,6 \text{ кг} = 6943,1 \text{ л.}$$

Стоимость 1 кг дизельного топлива составляет 43,15 руб. Тогда, в денежном выражении это составит

$$43,15 \cdot 8265,6 = 356677,17 \text{ руб.}$$

Возможная экономия рассчитывается как доля от общей стоимости затрат на топливо за навигацию в зависимости от времени стоянки.

Срок окупаемости рассчитывается как отношением итога затрат на проект к экономии топлива.

Таблица 27—Срок окупаемости

Показатели	Время стоянки в процентах			
	50%	25%	10%	0%
Затраты на топливо (экономия)	178338	89169	35667	0
T _{срок окупаемости}	1 навигация	1 навигация	2-3 навигации	

Исходя из расчетов находясь в навигации как в движении, так и в стоянке теплоход тратит 6943,1 литра дизельного топлива. Затраты на топливо для одной навигации 356677 рублей. Гибридная электростанция позволит экономить топливо во время стоянки обеспечивая теплоход необходимыми электроприборами и освещением. Мы не можем точно знать сколько времени за навигацию судно будет находиться в стоянке, и исходя из этого произведен расчет окупаемости гибридной электростанции в зависимости от вероятности стоянки, оцененной в процентах. Чем больше теплоход находится на стоянке, тем выгоднее использование гибридной электростанции.

6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

6.1 Социальная ответственность

Целью данного раздела является анализ опасных и вредных факторов при разработке гибридного электроснабжения автономного объекта с использованием дизель-генератора и солнечных модулей, разработка требований и мероприятий по технике безопасности, анализ пожарной безопасности и выработка мероприятий, направленных на предотвращение ЧС и ликвидации их последствий.

6.2 Характеристика помещения

Большое значение для здоровья человека имеет качество воздуха жилых, нежилых, рабочих и общественных помещений, так как в их воздушной среде даже малые источники загрязнения создают высокие концентрации его (из-за небольших объемов воздуха для разбавления), а длительность их воздействия максимальна по сравнению с другими средами. В нашем случае работы будут проводиться в машинном отделении теплохода, а также уличный монтаж самих панелей. Согласно пункту 8 Правила 2 Главы II-1 СОЛАС (Международной конвенции по охране человеческой жизни на море/реке) дает следующее определение термина машинное помещение:

Машинное помещение — пространство, заключенное между теоретической основной плоскостью, плоскостью предельной линии погружения, а также крайними главными поперечными водонепроницаемыми переборками, ограничивающими помещения, в которых находятся главные механизмы, а также обслуживающие их вспомогательные механизмы, котлы и постоянные угольные бункеры.

Машинное отделение содержит: главные механизмы, валопроводы, котлы, двигатели внутреннего сгорания, электрогенераторы и другие основные электрические элементы, установки, рулевые машины и т.д. Главные механизмы (энергетическая установка (ЭУ)) предназначены для приведения в действия двигателей, вспомогательные механизмы,

обеспечивающие работу главных механизмов, снабжение судна электроэнергией и другими видами энергии, а также функционирование систем и устройств. [1]

6.3 Анализ опасных и вредных факторов

При выполнении вышеперечисленных работ возможны следующие виды опасностей:

1. Опасные факторы:

- Возможность поражения электричеством;
- Возможность возгорания (пожара);

2. Вредные факторы:

Факторы, связанные с характером среды помещения:

- Температура воздуха рабочей зоны;
- Влажность воздуха;
- Запыленность воздуха рабочей зоны;
- Недостаточная освещенность рабочих мест;
- Тепловое излучение.

Эти параметры по отдельности и в комплексе влияют на организм человека, определяя его самочувствие.

Техника безопасности

Правилами техники безопасности при монтаже электрооборудования солнечной электростанции разрешено выполнение таких работ лицами, прошедшими специальное обучение, вводный инструктаж и проверку знаний. Все оборудование должно соответствовать правилам безопасного использования: качество материалов электропроводки, креплений.

Солнечные батареи должны использоваться в соответствии с их прямым назначением. Запрещено вносить технические изменения в конструкцию батарей. Во время монтажа соблюдайте все местные правила и нормы безопасности. Также соблюдайте требования безопасности при монтаже и эксплуатации других компонентов системы. Солнечные батареи вырабатывают электричество, будьте осторожны - несколько соединенных

между собой солнечных батарей могут генерировать высокое напряжение! Когда на солнечную батарею падает свет, она начинает вырабатывать напряжение, которое может быть опасным и угрожать жизни. Хотя одна солнечная батарея выдает сравнительно низкое напряжение, обычно максимум 25-50В постоянного тока, но при объединении в последовательную цепочку напряжение повышается кратно количеству батарей. При параллельном подключении суммируется ток. [5]

При монтаже электрооборудования солнечной электростанции необходимо соблюдать следующие рекомендации:

- Перед проведением монтажа электрооборудования рабочие должны проверить наличие исправного рабочего оборудования и дополнительного оснащения (перчатки, замеряющие приборы и т.д.).
- Перед установкой электрооборудования необходимо ознакомиться с инструкцией и, следуя рекомендациям изготовителя, приступить к монтажу, так как разные производители предъявляют индивидуальные требования к установке. Также на работу влияет сложность и масштаб.
- Установка электрооборудования должна проходить при полном отключении напряжения в сети.

Для качественного выполнения своих обязанностей работники (электрики, монтажники) должны регулярно проходить инструктаж по технике безопасности и охране труда. В случае внесения изменений в рекомендации по установке осветительного оборудования бригадир или старший должен донести нововведения до начала работ. В таком случае будут выполняться все необходимые требования.

6.4 Электропоражение

Основными причинами поражения электрическим током являются:

- нарушение элементарных норм электробезопасности;
- эксплуатация неисправных электроприборов;
- неосторожное и невнимательное отношение к электроустановкам
- ремонт электроприборов и электропроводки лицами, имеющими

недостаточную квалификацию.

Общие правила техники безопасности, соблюдение которых может предотвратить возможные неприятности при эксплуатации бытовых электроприборов.

1. Очень часто причиной электротравматизма является нарушение изоляции электропроводки в доступных для прикосновения местах. Особенно это характерно для помещений, где выполнена открытая прокладка электропроводки. Поэтому необходим периодический осмотр изоляции электропроводов, при обнаружении нарушения изоляции необходимо принять срочные меры для ее восстановления.

2. При возникновении, по тем или иным причинам, коротких замыканий и перегрузок в электрических цепях должны отключаться автоматические выключатели или «перегорать» плавкие вставки предохранителей, установленных в вводных щитах теплохода. Для исключения возгорания электропроводки токовые уставки этих аппаратов должны быть калиброванными, то есть они должны срабатывать при токах, превышающих установленные значения.

3. При эксплуатации внутридомовых электрических сетей очень важно следить за исправностью установочных элементов электропроводки, то есть розеток и выключателей, чтобы они не стали причиной поражения электрическим током.

4. Сетевые шнуры многих бытовых приборов часто выходят из строя из-за надлома или обрыва токопроводящей жилы, что может вызвать искрение, нагрев и даже возгорание провода. Поэтому очень важно следить за исправностью изоляции провода и вилки включения сетевых шнуров.

7. Нельзя оставлять электроприборы под напряжением без присмотра на долгое время.

6.5 Микроклимат в помещении

Одним из важнейших условий обитаемости, в особенности при осуществлении противоатомной защиты корабля или длительном

пребывании лодок под водой, является поддержание на командных пунктах и боевых постах необходимой температуры, влажности и определенного физико-химического состояния воздуха - микроклимата. В качестве показателя, определяющего благоприятные гигиенические условия в помещениях корабля, в некоторых флотах принимается так называемая «эффективная температура». Этот термин означает определенное сочетание температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха.

Путем опытов ученые пришли к выводу, что наиболее благоприятные условия для деятельности личного состава создаются при температуре воздуха в 18-25 градусов зимой и 20-29 летом. При этом относительная влажность воздуха должна быть в пределах 30-70 процентов, скорость его движения при выходе из воздухораспределительных устройств в помещение - около 5 м/сек. Указанные пределы температуры, влажности и скорости движения воздуха определяют собой так называемую комфортную для организма человека зону. При крайних значениях этой зоны люди начинают ощущать тепло или холод.

В результате осуществления на кораблях мероприятий по противоатомной, противохимической и противобактерио-логической защите, в частности при герметизации помещений, уровень тепловыделений внутри корпуса корабля настолько возрастает, что обычная система вентиляции не может обеспечить личному составу нормальных условий обитаемости. Поэтому в послевоенный период в ряде флотов изыскиваются новые средства, с помощью которых в корабельных помещениях можно было бы обеспечить надлежащий «микроклимат».

Таблица 28 - Температура воздуха, °С, помещений морских судов

Наименование	Зима	Лето при районе плавания						
		неограниченном	ограниченном и расчетной температуре наружного воздуха, °С					
			до 19	20— 25	26— 30	34	40— 45	
Жилые и	20	25	20	22	23	25	Не	

общественные, бытового обслуживания, служебные помещения с постоянным пребыванием людей							выше 28
Рулевая рубка	Не менее 18 и не более 40	Не выше 28	Не выше 25	Не выше 28			
Служебные помещения с периодическим пребыванием людей (гидрокомпасная, трансляционная и др.)	16	Не более чем на 8 выше наружной расчетной					
Помещения медблока, кроме операционной	21	25	22	23	25	Не выше 28	
Операционная	25	25				Не выше 28	
Вентиляторные, радиоагрегатные, румпельное отделения	12	Не более чем на 8 выше наружной расчетной					
Камбузы и пекарни	Не менее 18 и не более 40	Не выше 28	Не выше 25	Не выше 28		Не выше 30	
Посудомоечные, прачечные и гладильные	16	Не более чем на 8 выше наружной расчетной					
Помещения кислородных, ацетиленовых баллонов	10	Не выше 35					
Станции	—	Не более чем на 5 выше наружной расчетной					

пожаротушения, помещения хладагента				
ЦПУ	22	Не выше 28	Не выше 25	Не выше 28

В зависимости от назначения корабельных помещений и количества тепловыделений в них могут предусматриваться системы полного или частичного кондиционирования воздуха. Первые рассчитаны на круглогодичное искусственное поддержание в помещениях определенного микроклимата. Они состоят из установок, предназначенных для охлаждения или нагревания, осушения и увлажнения воздуха, фильтров для очистки его от механических примесей (пыли, радиоактивных частиц), приборов автоматического регулирования и контроля, насосов, регенерационных устройств, вентиляторов и т. п. К основным приборам таких систем относятся автоматические регуляторы температуры и влажности (термостаты и гумидостаты).

Системы частичного кондиционирования предназначаются для поддержания в помещениях каких-либо определенных качеств воздуха, например, для его охлаждения или нагревания (аналогично системе аэрофрижерации или калориферного отопления).

6.6 Освещенность

При выборе судовых светильников учитывают тип механизмов, находящихся в помещении, вид производимых работ, светотехнические характеристики светильника и соответствие формы исполнения условиям эксплуатации. Число светильников устанавливают расчетом.

В служебных помещениях со значительной высотой, где установлено много оборудования, применяют светильники прямого света, в салонах, кают-компаниях судна — светильники отраженного света.

Правилами Регистра СССР установлены нормы освещенности (табл. 36) для рабочих поверхностей судовых помещений (горизонтальная

плоскость на уровне 0,8 м над палубой или на уровне палубы). Для машинных и котельных отделений освещенность нормируется по уровню рабочих органов машины. На некоторых рабочих поверхностях, где требуется повышенная освещенность, устанавливают индивидуальные источники света, создающие, кроме общего, также местное освещение.[3]

Не менее важной характеристикой является равномерность освещения, которая определяется коэффициентом неравномерности β . Этот коэффициент равен отношению минимальной освещенности к максимальной. Чередование ярких и темных пятен понижает чувствительность глаза и утомляет его.

Для расчета судовых осветительных установок применяют методы: коэффициента использования светового потока, точечный, удельной мощности.

Таблица 29—Таблица освещенности

Освещаемая поверхность	Освещенность, лк, лампами	
	люминесцентными	накаливания
Радиорубка, освещение:		
общее	100	100
общее и местное рабочего стола.	400	200
Навигационная, освещение:		
общее	100	50
общее и местное навигационного стола	150	150
Рулевая рубка, общее освещение	75	50
Поверхность распределительных устройств и контрольных пультов, освещение:	100	75
общее и местное	200	150

Проходы между котлами, механизмами, трапами, площадками, освещение общее Фронт котлов, освещение:	75	30
общее	75	75
общее и местное	100	75
Аккумуляторная, освещение общее Туннели валопроводов, шахты лага, эхолоты, цепных ящиков, освещение:	75	50
общее	50	20
общее и местное поверхностей подшипников вала, его соединительных фланцев	75	50
Проходы на палубах, переходные мостики и районы расположения спасательных шлюпок, освещение общее	50	20
Забортные пространства в районе спуска спасательных шлюпок, освещение общее		5

6.7 Пожарная опасность

Обеспечить пожарную безопасность на водном транспорте любого назначения очень важно. Каждое судно имеет не менее десяти смежных помещений с разной степенью пожароопасности, в материалах судна и отсеков есть горючие вещества. Эвакуация людей затрудняется, поскольку пути вывода ограничены.[4]

При пожаре тепло очень быстро перекидывается на смежные помещения из-за наличия легко нагреваемых элементов в сооружении (например, пластмассы) и высокой теплопроводности металлических

конструкций.

Самые распространенные причины возникновения пожара на судне:

- Нарушение правил пожарной безопасности (курение в неустановленных местах, неаккуратное обращение с электроприборами и огнем);
- Повреждения проводки или электрических устройств;
- Наличие большого количества легковоспламеняющихся материалов;
- Несоблюдение правил по проведению огнеопасных работ (сварка и другие действия, связанные с открытым огнем);
- Разбрызгивание топлива на горячие поверхности механизмов;
- Возникновение искр при работе котлов, печей и ударах;
- Попадание разрядов статического и атмосферного электричества.

Ответственным за обеспечение ПБ судна и его оснащение противопожарными и сигнальными приборами является владелец транспорта. За противопожарную безопасность судна, находящегося в плавании, отвечает капитан. Если судно нуждается в восстановлении, то все обязательства ложатся на ремонтную организацию.

Ответственность за оснащение судна лежит на его владельце, а за пожарную безопасность во время эксплуатации – на капитане или командире.

Пожарная безопасность на речных судах гарантируется выполнением следующих требований:

- Прохождением всеми членами экипажа первичного инструктажа в соответствующей организации и последующих – на рабочем месте;
- Проведением ежегодного повторного инструктажа;
- Проведением разъяснительной работы с членами экипажа по вопросам пожарной безопасности;
- Соблюдением правил пожарной безопасности;
- Регулярной проверкой, направленной на определение наличия пожарного оборудования и степени готовности его рабочего состояния;
- Подготовкой и, в случае необходимости, выполнением вспомогательных

мероприятий по укреплению пожарной безопасности судна;

- Оформлением графика дежурств по пожарной тревоге, подготовкой карточек, вывешиваемых в каюте каждого члена экипажа, с обязанностями в случае пожара.[6]

В машинном отделении необходимо:

смазочные материалы хранить только в специально отведенных местах в металлической таре;

удалять подсланевые воды по мере их накопления;

расходное количество чистых обтирочных материалов хранить отдельно от использованных в металлических плотно закрывающихся ящиках, на которых должна быть надпись: "Для использованной ветоши" и "Для чистой ветоши". Ящики с использованной ветошью должны очищаться не реже одного раза в неделю;

для промывки оборудования, механизмов применять негорючие моющие жидкости. В исключительных случаях для этих целей может применяться дизельное топливо, которое разрешается вносить в помещение только в закрытых металлических сосудах, после окончания промывки оно должно быть немедленно удалено из помещения.

6.8 Защита окружающей среды от процессов на теплоходе

Судно как источник загрязнения окружающей среды. Работающий дизель воздействует на окружающую среду, взаимодействуя с различными ее компонентами. В условиях интенсивного развития судоходства и рыбного промысла практически во всех районах Мирового океана эти воздействия приобретают глобальный характер.

В процессе эксплуатации судов образуются бытовые и производственные отходы, сброс которых в водоем приносит значительный ущерб природе. При этом все образующиеся на судне загрязнения можно разделить на две основные группы:

1. Остатки перевозимых грузов, образующихся вследствие неполной их

выгрузки, обмыва палубы и трюмов, танков и т. п. ;

2. Загрязнения, образующиеся в результате жизнедеятельности экипажа и пассажиров (сточные воды и бытовой мусор), а также в результате эксплуатации судовых механизмов(нефтесодержащие, льяльные, производственный мусор). Кроме того, до сих пор, к сожалению, весьма часты случаи аварийных разливов нефтепродуктов при бункеровке судов и в результате аварийных различных ситуаций.

Продукты сгорания топлива, выброшенные в атмосферу, изменяют температуру, свойства, фазовые и агрегатные состояния, при этом распадаются и образуют химические соединения и смеси, свойства которых значительно отличаются от исходных. Вредные воздействия этих продуктов на людей, животных и растения зависят от их концентрации и от многих факторов окружающей среды.

На выделение токсичных веществ с выпускными газами дизелей влияют различные эксплуатационные факторы: сорт топлива, конструкция дизеля, режим работы, температура деталей камеры сгорания, нагарообразование износ цилиндро-поршневой группы, состояние топливopодкачивающей системы.[8]

Заключение

В заключении хотелось бы подвести итог проделанной работы. Проанализировав проделанную работу можно увидеть, что было выбрано оборудование для гибридной электростанции автономного объекта на базе теплохода «Путейский» 457 проекта. Солнечные панели были подобраны по мощности и по размерам. Панели будут установлены на крыше рубки на поворотный каркас для ориентации по положению солнца. Инвертор напряжения был подобран с запасом мощности. Так же была посчитана мощность потребляемая основными электроприемниками в день и определено количество аккумуляторных батарей для обеспечения электроэнергии на протяжении суток без подзарядки.

Список литературы

1. Удалов С. Н. Возобновляемые источники энергии. Учебник/С.Н.Удалов. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2013.
2. Solar Home [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.solarhome.ru>. – Загл. с экрана
3. Home Power [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.homepower>. – Загл. с экрана.
4. Агеев В.А. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Курс лекций. 2004 г.
5. Беззубцева М.М., Юлдашев З.Ш. Исследование энергетических характеристик фотоэлектрического преобразователя солнечной энергии (солнечного элемента) (учебно-методическое пособие) // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. –№ 5-2.
6. Германович В. Альтернативные источники энергии. Практические конструкции по использованию энергии ветра, солнца, воды, земли, биомассы. – СПб.: Наука и техника, 2011.
7. Елистратов В.В. Использование возобновляемой энергии: учебное пособие. – СПб.: Издательство Политехн. Ун-та, 2009.
9. Лабейш В.Г. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебное пособие. – СПб.: СЗТУ, 2003.
10. Лукутин Б.В. Возобновляемые источники электроэнергии: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008.
11. Лукутин Б.В., Суржикова О.А., Шандарова Е.Б. Возобновляемая энергетика в децентрализованном электроснабжении: монография. – М.: Энергоатомиздат, 2008.
13. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебное пособие. -2-е изд., стер. – М.: КНОРУС. -2012. – СПб.: Изд-во Политехнического института, 2009.

14. Ключев В. И., Терехов В. М. Электропривод и автоматизация общепромышленных механизмов: Учебник для вузов. – М.: Энергия, 1980. – 360 с., ил.
15. В.И. Ключев «Теория электропривода», М: Энергоиздат, 1998.
16. СП 152.13330.2012 «Здания судов общей юрисдикции правила проектирования».
17. ГОСТ 24040-80. «Электрооборудование судов».
18. ГОСТ Р ИСО 15370-2014. «Суда и морские технологии». Низкорасположенное освещение (НРО) на пассажирских судах.».
19. ГОСТ 12.1.004-91. «Пожарная безопасность».
20. Правила устройства электроустановок, ПУЭ, утвержденные Министерством энергетики России от 08.07.2002, №204, Глава 5.5.
21. ГОСТ 12.1.004-91, СС5Т. «Пожарная безопасность. Общие требования».
22. СП 9.13130.2009. Техника Пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации».
23. СанПиН 2.5.2-703-98 "Суда внутреннего и смешанного (река-море) плавания" Постановление Правительства РФ от 03.09.2010 №681. «Об утверждении Правил обращения с отходами производства и потребления в части осветительных устройств».