

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
Разработка системы освещения речного теплохода на светодиодных элементах
УДК 628.977.8:629.55:621.383.52

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5ГЗБ	Змиева Ксения Андреевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель кафедры ЭПЭО	Семенов С.М.	-		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Панин В.Ф.	д.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Электропривода и электрооборудования	Дементьев Ю.Н.	Ph.D., к.т.н.		

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

(Подпись)

(Дата)

Дементьев Ю.Н.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
5ГЗБ	Змиевой Ксении Андреевне

Тема работы:

Разработка системы освещения речного теплохода на светодиодных элементах	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	1.Речной теплоход 457 проекта
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1.Расчет освещенности помещений речного теплохода 2.Расчет количества светильников

Перечень графического материала	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Потехина Н.В.
Социальная ответственность	Панин В.Ф.
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
Старший преподаватель	Семенов С.М	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5ГЗБ	Змиева Ксения Андреевна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
5ГЗБ	Змиевой Ксении Андреевне

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

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Оклады: проектировщик – 17000 руб; монтажник – 15000 руб.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Накладные расходы 80 % Премии 20%
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Выбор оборудования для светодиодного и люминесцентного освещений речного теплохода
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Формирование плана и графика проекта. Формирование затрат на проект: - оборудование; - амортизация; - заработная плата (основная и дополнительная); - отчисления на социальные цели; - накладные расходы;
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Определение эффективности исследования

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	Змиева Ксения Андреевна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМЫ
ОСВЕЩЕНИЯ РЕЧНОГО ТЕПЛОХОДА НА СВЕТОДИОДНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ»

Студенту:

Группа	ФИО
5ГЗБ	Змиевой Ксении Андреевне

Институт	Энергетический	Кафедра	Электропривода и электрооборудования
Уровень образования	Бакалавр	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, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)	Речной теплоход. Необходимо поддержание: 1.1. Нормативных метеоусловий, уровней освещенности, вибрации и шума; 1.2. Нормативных мер обеспечения электро- и пожаробезопасности; 1.3. Средства защиты от шума и вибрации, электромагнитных излучений радиочастотного диапазона, инфракрасного излучения. 1.4. Наиболее вероятные ЧС: загорания (пожары), поражение электрическим током.
2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. ГОСТ Р 55631-2013 Внутренний водный транспорт. Суда. Общие требования безопасности ГОСТ Р МЭК 61140-2000 Защита от поражения электрическим током. Общие положения по безопасности, обеспечиваемой электрооборудованием и электроустановками в их взаимосвязи СанПин 2.5.2.703-98. Суда внутреннего и смешанного (река-море) плавания
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; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)	Вредные факторы: 1. Шум; 2. Вибрации; 3. Электромагнитных излучений радиочастотного диапазона; 4. Инфракрасного излучения

2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	Опасные факторы: 2.1. Опасность электропоражения; 2.2. Опасность загораний (пожаров).
3. Охрана окружающей среды: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	Описание проектируемой системы обращения с выбросами, сбросами, твердыми отходами.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	Возможные ЧС: загорание (пожар), электропоражения. Соблюдения техники безопасности Разработать мероприятия по предупреждению загораний, электропоражений и ликвидации их последствий.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Право на условия жизни, отвечающие требованиям безопасности и гигиены. Использовать оборудования и мебель 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	Змиева Ксения Андреевна		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 87 с., 35 рис., 10 табл., 18 источников. Речной теплоход, освещение, светодиод, светодиодный светильник, СГЭП, контроллер заряда, инвертор.

Объектом исследования является система освещения речного теплохода на светодиодных элементах.

Цель работы – разработать систему освещения речного теплохода, расчет количества светильников, мощности питания.

В процессе работы определялись недостатки и выбирались решения для устранения недостатков в разрабатываемой системе.

В результате проведенной работы разработана система освещения речного теплохода, удовлетворяющая заданным параметрам.

Дипломная работа выполнена в текстовом редакторе MS Word 2016.

Оглавление

Введение.....	10
1. Обзор литературы.....	11
1.1. Освещение кораблей и судов.....	11
1.2. Наружное освещение	13
1.3. Судовое электрическое освещение.....	14
1.4. Люминесцентная лампа.....	18
1.5. Светодиодное освещение.....	21
2. Расчет системы освещения на светодиодах	24
2.1. Нормы освещенности помещений.....	24
2.1.1. Расчет светового потока для помещения заданной площади.....	25
2.2. Расчет освещения лампами накаливания.....	29
2.2.1. Методика расчета	29
2.2.2. Расчет освещения.....	30
2.3. Расчет освещения люминесцентными лампами.....	32
2.3.1. Метод расчета.....	32
2.3.2. Расчет освещения.....	33
3. СГЭП (Система гарантированного электропитания).....	36
3.1. Работа системы.....	36
3.2. Описание функциональной схемы.....	37
3.3. Описание работы СГЭП.....	40
4. Гелиевые аккумуляторы	41
4.1. Преимущества, недостатки и особенности гелиевых аккумуляторов.....	43
5. Контроллер заряда, и каким он бывает.....	44
5.1. On/Off контроллеры.....	46
5.2. Контроллеры ШИМ (PWM).....	47
5.3. Регуляторы типа MPPT.....	48
6. Инвертор.....	49
6.1. Виды инверторов.....	51

7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение...	56
7.1. Анализ конкурентных технических решений.....	56
7.2. Определение трудоемкости выполнения работ.....	59
7.3. График проведения работ.....	60
7.4. Затраты на проект.....	62
7.4.1. Затраты на оборудование.....	62
7.5.Определение эффективности исследования.....	66
8. Социальная ответственность.....	68
8.1. Характеристика помещения.....	68
8.2.Анализ опасных и вредных факторов.....	68
8.3. Техника безопасности.....	69
8.4. Электропоражение.....	70
8.5. Микроклимат в помещении.....	71
8.6. Освещенность.....	73
8.7.Пожарная безопасность.....	76
8.8. Защита окружающей среды от процессов.....	78
8.9. Средства защиты от вредных факторов судовой среды.....	79
8.9.1.Средства защиты от шума и вибрации.....	79
8.9.2. Средства защиты от электромагнитных излучений радиочастотного диапазона.....	81
8.9.3. Средства защиты от инфракрасного излучения.....	82
8.10. Предотвращение ЧС и ликвидация их последствий.....	83
Заключение.....	85
Список используемой литературы.....	86

Введение

Целью работы является спроектировать систему освещения речного теплохода на светодиодных элементах.

Корабли и другие мореходные и речные суда — это отдельный мир. Здесь все иначе, даже у простых предметов обихода свое, морское название.

Хорошая освещенность способствует повышению производительности труда и благоприятно влияет на условия зрительной работы, снижая возможность ошибочных действий и неправильных реакций операторов на показания прибора. Обладая высокими тонизирующими качествами, освещенность может оказать положительное или отрицательное психологическое воздействие на человека. Это важное обстоятельство учитывается при проектировании современных судов, в помещениях которых по архитектурно-конструктивным условиям не всегда возможно обеспечить освещенность естественным.

К освещенности судовых помещений предъявляются повышенные требования не только гигиенического, но и технико-экономического характера, так как неудачный выбор светильников или недостаточная освещенность контрольно-измерительных приборов могут явиться причинами несчастных случаев и аварий.

Объектом данной работы является система освещения речного теплохода на светодиодных элементах. Предметом исследования данной работы является разработка системы освещения речного теплохода.

1. Обзор литературы

1.1. Освещение кораблей и судов.

И освещение для судов отличается от освещения на суше, и требований к нему больше, потому что на корабле все должно быть подчинено единой цели, ее выполнению и возвращению в порт. Освещение для кораблей и судов должно отвечать многим характеристикам:

- Безопасность.
- Прочность.
- Долговечность.
- Возможность долгое время обходиться без ремонта.
- Отсутствие в составе ядовитых веществ.
- Экономичность (не должен происходить большой разряд генератора).
- Малогабаритность. Сжатый метраж площади не позволяет устанавливать большие осветительные приборы.



Рисунок 1- Пример освещения катера светодиодами

Освещение для судов должно быть безопасным в плане возгорания. Один из основных показателей устанавливаемого на судне оборудования — это напряжение питания.

Нормативное напряжение для небольших речных судов составляет 12 В, для средних и крупных — 24 В. Помимо напряжения, существуют и другие параметры, по которым необходимо выбирать оборудование:

Прочность корпуса. В идеале корпус должен быть выполнен из легкого металла, обладающего антикоррозийными свойствами.

IP-класс — степень влагозащиты и защищенности от проникновения твердых тел и физических повреждений. У каждого помещения есть свой норматив IP-класса, например, в каютах этот показатель может быть равен 40 или 44, а в местах повышенной влажности он должен быть не менее 54 или 65. Такой класс защиты способен оградить людей на судне от пожароопасных ситуаций, замыканий и т.п.

Безопасность. Светильники, установленные на корабле или катере, должны быть максимально безопасны для здоровья людей [1].



Рисунок 2- Светодиодный светильник для речного теплохода

Влияние на моральное состояние. Длительное пребывание на замкнутой площадке всегда сказывается на состоянии здоровья и настроении. Очень важно, чтобы освещение не угнетало, а поддерживало бодрый и положительный настрой [1]. Светодиодное освещение за счет ровного света без мерцания и пульсации подходит для этого лучше всего.

Размеры. Как было ранее сказано, ограниченное пространство корабля/катера не предусматривает возможность установки габаритных осветительных приборов внутри жилых отсеков. Светодиодные панели- это ультратонкие светильники толщиной не более 15 мм, благодаря неограниченным возможностям монтажа их можно встроить практически в любую поверхность, как потолка, так и стены. Данные панели прекрасно подойдут для освещения кают, коридоров, подсобных помещений. Для освещения небольшой каюты подойдет потолочный светильник с призматическим стеклом [1].

1.2. Наружное освещение.

Для наружного освещения разработаны прожекторы мощностью от 8 до 40 Вт с линзами. А для трюмов или палубы нужно более мощное оборудование, и компания НТФ предусмотрела наличие прожекторов мощностью 240 Вт и более, которые также подойдут для использования при ловле рыб и кальмаров, поскольку обладают не только большой поверхностью освещения, но и высокой способностью проникновения лучей под воду [2].



Рисунок 3- Прожектор светодиодный

1.3. Судовое электрическое освещение

Электрическое (искусственное) освещение на судах применяется для создания нормальных условий в помещениях с недостаточным естественным освещением, а также в темное время суток.

Освещение подразделяется на основное, аварийное, переносное, прожекторное. Основное освещение получает питание от главного электрораспределительного щита и должно обеспечивать необходимую освещенность всех судовых помещений, палуб, переходов и трюмов [2].

Требуемую освещенность получают благодаря общему освещению, светильники которого жестко крепят к потолку и равномерно распределяют по помещению, или в результате комбинированного освещения, состоящего из общего местного. Светильники местного освещения располагают непосредственно у рабочих мест, где должна быть обеспечена необходимая освещенность поверхностей. К ним относятся настольные и ручные переносные лампы, настенные светильники [2].

Аварийное освещение предназначено для обеспечения минимально-допустимой освещенности в судовых помещениях общего пользования в случае выхода из строя основного освещения судна. Аварийные источники света могут быть встроены в светильники основного освещения или расположены в специальных светильниках. Список помещений,

оборудованных системой аварийного освещения, должен соответствовать Правилам Речного Регистра. Аварийные источники света питаются от аварийной электростанции или аккумуляторной батареи и включаются автоматически при отключении основного освещения. Светильники, имеющие аварийные источники света, маркируются красной полосой.



Рисунок 4- «Экотон - 12» си система аварийного освещения

Переносное освещение предназначено для временного освещения (на период производства ремонтных работ) отдельных рабочих поверхностей, например, судовых механизмов, двигателей и т. п.

Прожекторное освещение должно обеспечивать нормальную работу судоводителя в темное время суток, позволяя ему освещать места швартовки, входы в узкости, ориентировку по береговой полосе.

Кроме освещения, источники света необходимы для сигнальных устройств судна (пожарная сигнализация, сигнализация распределительных щитов, сигнализация механизмов, приборов, аппаратов), сигнально-отличительных огней.

В качестве электрических источников света на судах используют лампы накаливания, люминесцентные, газосветные и светодиодные (LED). Наиболее широкое распространение получили люминесцентные (для общего освещения) и лампы накаливания (для освещения кают и местного освещения).

Лампа накаливания очень неэкономична: лишь несколько процентов энергии, подводимой к ней, преобразуется в световую, большая же часть превращается в тепловую энергию и рассеивается в окружающем пространстве. Лампы накаливания характеризуются номинальным

напряжением в вольтах (В), номинальной мощностью в ваттах (Вт), световым потоком в люменах (лм), световым эквивалентом потока излучения в люменах, деленных на ватт (лм/Вт). Коэффициент полезного действия (к. п. д.) ламп накаливания — отношение излучения лампы, воспринимаемого человеческим глазом, к потребляемой энергии — составляет 4—5 %. Нить лампы накаливания помещена в сильно разреженную среду (пустотные лампы) или в смесь нейтральных газов, например смесь азота с аргоном или криптона с ксеноном (газонаполненные лампы). Температура вольфрамовой нити пустотных ламп достигает 2230 СС и ее световой эквивалент составляет 20 лм/Вт. Если температуру нити накала повысить более 2230 СС, вольфрам быстро испаряется, что приводит к сокращению срока службы лампы. В газонаполненных лампах температуру нити можно увеличить до 2700 °С, так как нейтральный газ, оказывая давление на нить, уменьшает испарение металла, поэтому световой эквивалент газонаполненных ламп выше, чем пустотных. Срок службы ламп накаливания принимают равным 1000 ч [3].



Рисунок 5- Лампа накаливания для речного теплохода

В зависимости от типа, назначения и габаритных размеров ламп применяют различные цоколи, из которых наибольшее распространение получили резьбовой и штифтовый. Первые маркируют буквой Е, вторые — буквой В. Штифтовый цоколь может быть одноконтактным (Вз) или двухконтактным (Вс1). По диаметру цоколи разделяют на малые (Е14, 615(1, В158)), нормальные (Е27, В2(М, В20з) и большие (Е40). Цифра после буквы

означает диаметр цоколя в миллиметрах. В цепях сигнализации используют коммутаторные и бесцокольные лампы [3].

Отечественные заводы выпускают лампы накаливания самых разнообразных типов, размеров и мощностей, начиная от миниатюрных мощностью 0,4 Вт и кончая огромными, мощностью до 50 кВт. Лампы мощностью до 60 Вт выполняют пустотными, 60 Вт и более — газонаполненными.

Люминесцентные лампы вдвое экономичнее ламп накаливания (световой эквивалент составляет 35—40 лм/Вт).

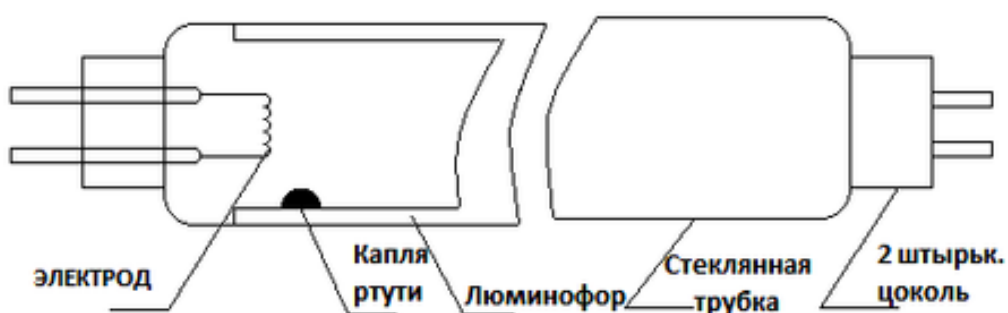


Рисунок 6- Схема люминесцентной лампы

Люминесцентная лампа (рис. 6) состоит из трубчатой колбы, внутренняя поверхность которой покрыта слоем люминофора. Катод из вольфрамовой спирали, покрытой слоем окислов бария, стронция и кальция, поддерживается держателями, впаянными в стеклянную ножку. Держатели электрически соединены со штырями цоколя лампы. Из колбы откачан воздух, и она заполнена ртутными парами при давлении около 10 Па или инертным газом. При таком давлении под влиянием разности потенциалов на электродах лампы свободные электроны приобретают энергию, достаточную для ионизации ртутных паров. В результате ионизации разреженные ртутные пары становятся проводником.

1.4. Люминесцентная лампа



Рисунок 7- Короб для люминесцентной лампы

Прохождение тока через газы и ртутные пары сопровождается свечением, не связанным с их нагревом. Помимо видимого излучения, газовый разряд сопровождается значительным излучением в области ультрафиолетовой части спектра. При облучении ультрафиолетовыми лучами люминофор начинает ярко светиться. Путем подбора состава люминофора можно получить желаемый спектр излучения люминесцентной лампы. Промышленность выпускает лампы дневного, белого и теплого белого света.

Люминесцентные лампы изготавливают только для работы в сетях переменного тока при напряжении 127 и 220 В. Этого напряжения достаточно для поддержания в них электрического разряда. Однако для зажигания лампы необходимо более высокое напряжение, которое создается при включении за счет пускового устройства. При напряжении ниже 127 В электрический разряд в лампе затухает, поэтому люминесцентные лампы на низкие напряжения не выпускают.

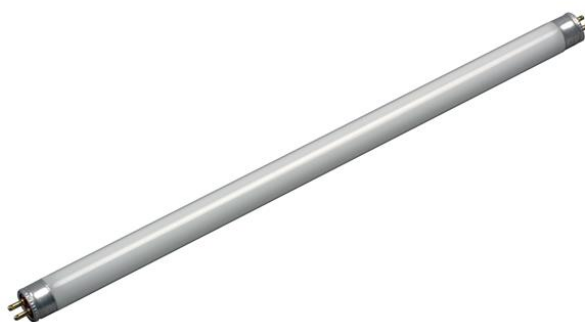


Рисунок 8- Люминесцентная лампа

Одним из недостатков люминесцентных ламп является стробоскопический эффект, заключающийся в совпадении частоты вращения машин с частотой колебаний света. В результате стробоскопического эффекта вращающиеся машины кажутся для глаза неподвижными. Для уменьшения этого явления применяют двух- и трехламповые светильники, в которых к каждой лампе подводится напряжение со сдвигом по фазе, включение светильников в разные фазы, используют комбинированное освещение лампами накаливания и люминесцентными. Снижение стробоскопического эффекта особенно важно в тех помещениях, где имеются машины и механизмы с вращающимися и движущимися частями, например в машинных отделениях [4].

Принцип действия газосветных ламп основан на свечении разреженных газов при прохождении электрического тока. Интенсивность их свечения весьма невелика, поэтому они находят применение исключительно в цепях сигнализации. Цвет излучения газосветных ламп зависит от газа, в котором протекает электрический разряд.

LED освещение корабля достаточно тонкий вопрос, поскольку данное освещение требует соблюдения многих требований и должно быть

максимально надежным, эффективным, функциональным и работать бесперебойно.



Рисунок 9- Светодиодный светильник для катера

Одним из самых важных критериев является прочность осветительных приборов. Помимо прочности, все осветительные приборы должны быть герметичными и устойчивыми к внешним воздействиям. Данные проблемы с легкостью решает LED освещение корабля.

LED освещение корабля имеет ряд преимуществ, благодаря которым его использование является неотъемлемой частью организации освещения на любом судне в целом. Среди преимуществ, основными являются: LED светильники обладают долгим сроком службы, расчетный срок в среднем составляет 50 000 часов, при правильной и бережной эксплуатации данный срок может быть увеличен до 100 000 часов;

При круглосуточной и бесперебойной работе средний срок службы светодиодных светильников составляет 5,5 лет. Если LED светильники будут работать 6 часов в сутки, их срок службы составит порядка 23 лет. Гарантия на работу LED оборудования составляет от одного года до трех лет. Это тот срок, за который светильник окупает свою стоимость. При наличии брака,

срок службы светильника составляет до одного года. Таким образом вы можете быть уверены в качестве продукции и не переживать за его бесперебойную работу.

Экономичности LED освещения корабля можно только позавидовать. Так, при минимальных расчетах, светодиодные светильники экономят в 8 раз больше электроэнергии, чем лампы накаливания и 2 раза больше, чем люминесцентные лампы. Дело даже не в денежном вопросе, а в количестве потребляемой электроэнергии. Учитывая, что корабли не имеют постоянного источника света, электроэнергию нужно экономить. Тут и приходят на помощь светильники LED.

LED освещение корабля не является чувствительным к перепадам напряжения, также данное освещение не чувствительно у пиковым нагрузкам и не требует времени для того что бы моментально генерировать качественный и яркий свет.

Таким образом, можно сделать вывод, что LED освещение корабля – это современный, эффективный, надежный и качественный способ организовать как общее, так и локальное освещение, при этом не боясь внешних воздействий, в частности, таких как влага.

1.5. Светодиодное освещение

Новым источником света светодиод назвать нельзя, т.к. первое упоминание об излучении света твердотельным диодом было сделано в 1907 году британским экспериментатором Генри Раундом. В 1927 году, независимо от Раунда, похожий эксперимент провел советский ученый О.В. Лосев. Первый светодиод, который был практически применим в промышленности был разработан в 1962 году в США. Это был светодиод красного спектра свечения. Затем, постепенно, были получены светодиоды и других цветов: оранжевый, зеленый, синий.

Светодиоды белого цвета получали, комбинируя на одной подложке кристалл красного, зеленого и синего цветов. Светодиоды белого цвета с применением люминофора были получены в 1996 году. И именно

люминофорные светодиоды белого цвета получили массовое распространение и применение в освещении. Основная причина в том, что люминофорные светодиоды в производстве дешевле, чем многокристальные, а светоотдача таких светодиодов значительно выше.

Активно развиваться и использоваться во всех сферах нашей жизни белые светодиоды стали только в начале 2000 годов, благодаря новым достижениям в технологической области и существенным снижением стоимости производства.

Примерно с 2010-2012 годов началось активное проникновение светодиодного освещения в бытовой домашний свет и сейчас уже никого не удивит светодиодной лампочкой, внутри которой в качестве источника света используется не нить накаливания, а один или несколько светодиодов.

Светодиодные лампы и светильники «расправились» даже с люминесцентными лампами – это лампы, наполненные газом. Многие знают их как «энергосберегающие». Причина быстрой «расправы» в том, что светодиодные лампы на сегодня и долговечнее (в разы) и безопаснее и гораздо экономичнее расходуют электричество. Остался только один недостаток – они несколько дороже старых ламп и светильников, но относительная дороговизна при покупке с лихвой окупается буквально в первый год использования.

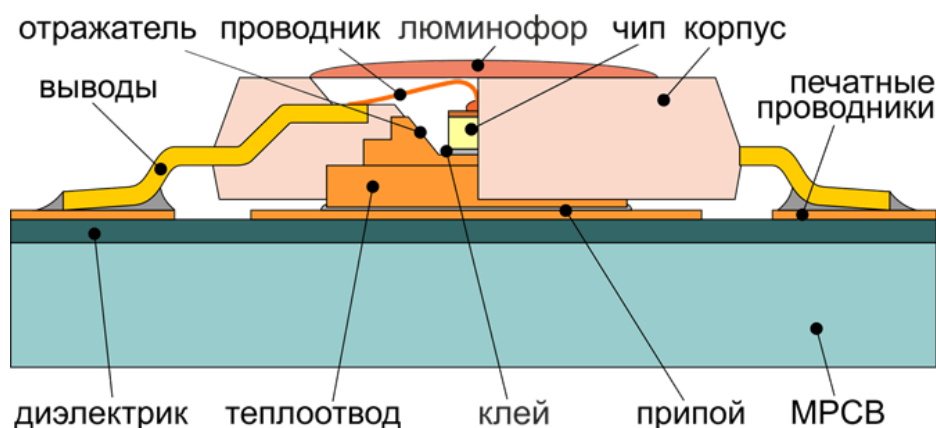


Рисунок 10- Схема светодиода

- Современный люминофорный светодиод — это сложное устройство, сочетающее в себе множество технических решений. Смотрите ниже приведенный рисунок. Светодиод состоит из несколько основных элементов:

- Светодиодный чип (кристалл). Полупроводниковый материал, имеющий способность излучать свет, обладает оптической прозрачностью, электрической проводимостью.

- Люминофор. Специальный состав, обладающий качеством вторичного свечения при его облучении. Люминофор подбирается с учетом необходимого спектра переизлучения. Должен обладать высокой термостойкостью и стабильностью при длительной работе.

- Кристаллодержатель. Медный или другой материал, подготовленный для обеспечения хороших отражающих свойств и теплопроводности. Кристаллодержатель как правило является также и отражателем света.

- Клей. Крепление светодиодного чипа должно обеспечивать прочность соединения, хороший электрический контакт, высокую отражающую способность, термостойкость и теплопроводность.

- Отражатель. Совместно с оптической линзой (при наличии), формируют диаграмму направленности светодиода. Для улучшения отражающей способности отражатель может иметь специальные покрытия из специальных материалов (серебро, алюминий, композиты).

- Защитный компаунд, объединяющий элемент. Защищающий светодиод от коррозии и воздействия окружающей среды.

- Токоподводящие элементы. Токоподводящие нити подводят ток к чипу.

2. Расчет системы освещения на светодиодах

2.1. Нормы освещенности помещений

Во многих судовых помещениях применяют комбинированное освещение, т. е., кроме равномерного освещения всего помещения (общего), рабочие поверхности дополнительно освещаются отдельными светильниками (местное освещение). В Правилах Регистра указывается минимальная освещенность комбинированного освещения и отдельно — общего освещения. Для расчета общего равномерного освещения в помещениях, не загроможденных оборудованием, широко используется метод коэффициента использования светового потока, под которым понимается отношение светового потока, достигшего освещаемой поверхности, к световому потоку источников света всех светильников данного помещения [5]. Освещенность измеряется в Люксах (Лк). $1 \text{ люкс} = 1 \text{ люмен} \times 1 \text{ м}^2$.

- Машинное отделение 120 лк
- Коридор 150 лк
- Каюта №1,2,3 150 лк
- Кают- компания 300 лк
- Душ/ Камбуз/ Гальюн 150 лк
- Рубка 100 лк

На рисунке 11 представлен план помещений речного теплохода.

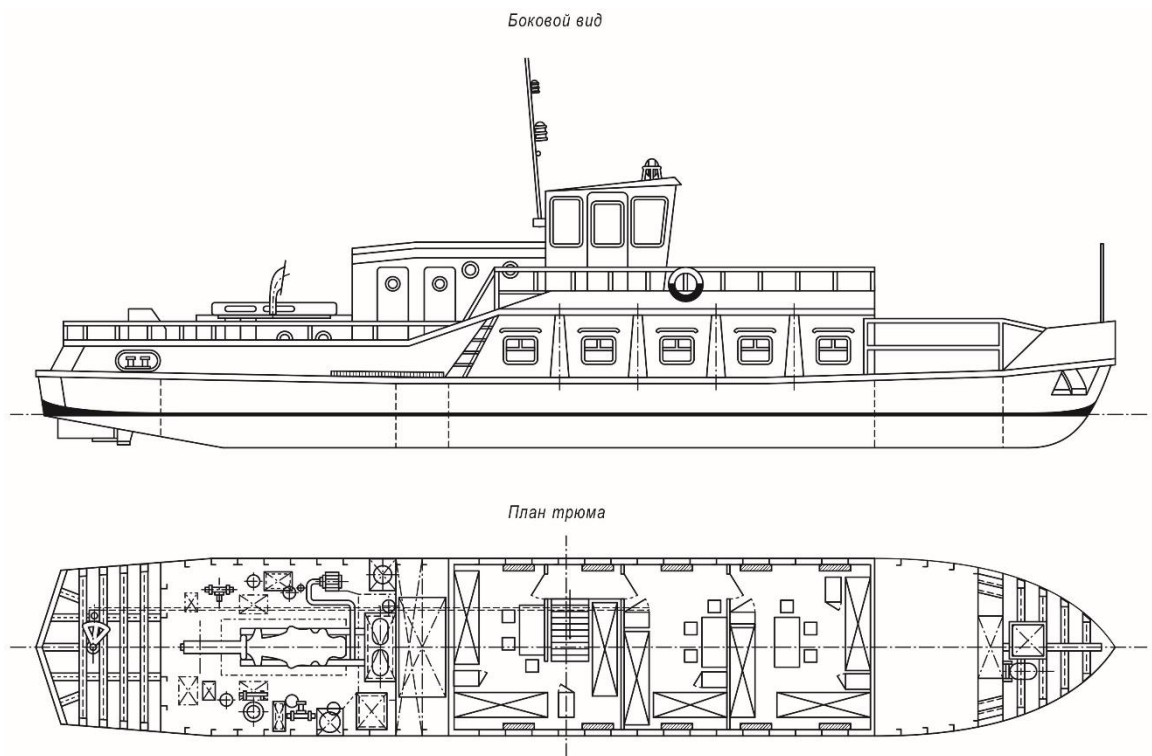


Рисунок 11- Речной теплоход 457 проекта

2.1.1. Расчет светового потока для помещения заданной площади.

E – освещенность, лк (выбираем из таблицы)

S – Площадь помещения, кв.м

Φ – Световой поток, лм;

K_z — коэффициент запаса

Чем темнее интерьер и выше подвес светильников тем больше K_z

Требуемый поток $\Phi_{\text{маг.}} = E * S * K_z$

Расчет количества светильников с заданным световым потоком.

Требуемое количество светильников $N = \Phi_{\text{маг.}} / \Phi_{\text{св.}} \text{ (шт.)}$

Стоимость светильников $\Sigma = N * C \text{ (руб.)}$

Кают- компания

$S=9,28$ кв.м. $K_z=1,2$

$\Phi_{\text{маг.}} = 300 \text{ лк} * 9,28 \text{ кв.м.} * 1,2 = 3340 \text{ лм}$

$N = 3340 / 3200 \text{ лм} = 1 \text{ светильник}$

Потребляемая мощность светильников будет $1 \cdot 32 \text{ Вт} = 32 \text{ Вт}$

$\Sigma = 1 \cdot 2500 = 2500$ (руб.)



Рисунок 12- Светодиодный светильник для речного теплохода со световым потоком 3200 лм

Каюта №1

$S = 3,6 \text{ кв.м.}$ $K_3 = 1,2$

$\Phi_{\text{маг.}} = 150 \text{ лк} \cdot 3,6 \text{ кв.м.} \cdot 1,2 = 648 \text{ лм}$

$N = 648 / 300 \text{ лм} = 2 \text{ светильника}$

Потребляемая мощность светильников будет $2 \cdot 3 \text{ Вт} = 6 \text{ Вт}$

$\Sigma = 1 \cdot 600 = 1200$ (руб.)



Рисунок 13- Светодиодный светильник для речного теплохода со световым потоком 300 лм

Каюта №2

$S = 3,2 \text{ кв.м.}$ $K_3 = 1,2$

$$\Phi_{\text{маг.}} = 150 \text{ лк} * 3,2 \text{ кв.м.} * 1,2 = 576 \text{ лм}$$

$$N = 576/300 \text{ лм} = 2 \text{ светильника}$$

Потребляемая мощность светильников будет $2 * 3 \text{ Вт} = 6 \text{ Вт}$

$$\Sigma = 2 * 600 = 1200 \text{ (руб.)}$$

Каюта №3

$$S = 3,2 \text{ кв.м.} \quad K_3 = 1,2$$

$$\Phi_{\text{маг.}} = 150 \text{ лк} * 3,2 \text{ кв.м.} * 1,2 = 576 \text{ лм}$$

$$N = 576/300 \text{ лм} = 2 \text{ светильника}$$

Потребляемая мощность светильников будет $2 * 3 \text{ Вт} = 6 \text{ Вт}$

$$\Sigma = 2 * 600 = 1200 \text{ (руб.)}$$

Коридор

$$S = 4,3 \text{ кв.м.} \quad K_3 = 1,2$$

$$\Phi_{\text{маг.}} = 150 \text{ лк} * 4,3 \text{ кв.м.} * 1,2 = 775 \text{ лм}$$

$$N = 775/3600 \text{ лм} = 1 \text{ светильник «Экотон-12»}$$

Потребляемая мощность светильников будет $1 * 36 \text{ Вт} = 36 \text{ Вт}$

$$\Sigma = 1 * 23200 = 23200 \text{ (руб.)}$$



Рисунок 14- Система аварийного освещения «Экотон - 12»

Рубка

$$S = 4,25 \text{ кв.м.} \quad K_3 = 1,2$$

$$\Phi_{\text{маг.}} = 100 \text{ лк} * 4,25 \text{ кв.м.} * 1,2 = 510 \text{ лм}$$

$$N = 510/300 \text{ лм} = 2 \text{ светильника}$$

Потребляемая мощность светильников будет $2 \cdot 3 \text{ Вт} = 6 \text{ Вт}$

$\Sigma = 2 \cdot 600 = 1200$ (руб.)

Камбуз/ Душ/ Галейон

$S = 1 \text{ кв.м.}$ $K_z = 1,5$

$\Phi_{\text{маг.}} = 150 \text{ лк} \cdot 1 \text{ кв.м.} \cdot 1,5 = 225 \text{ лм}$

$N = 225 / 300 \text{ лм} = 1 \text{ светильник}$

Потребляемая мощность светильников будет $1 \cdot 3 \text{ Вт} = 3 \text{ Вт}$

$\Sigma = 1 \cdot 600 = 600$ (руб.)

В каждое помещение по 1 светильнику, следовательно, нам потребуется 3 светильника по 600р каждый.



Рисунок 15- Светодиодный светильник для речного теплохода со световым потоком 300 лм

Машинное отделение

$S = 12,1 \text{ кв.м.}$ $K_z = 1,5$

$\Phi_{\text{маг.}} = 120 \text{ лк} \cdot 12,1 \text{ кв.м.} \cdot 1,5 = 2192 \text{ лм}$

Над рабочим местом нам потребуется 1 светильник со световым потоком 1200 лм и 4 светильника со световым потоком 300 лм.

Потребляемая мощность светильников будет $1 \cdot 12 + 4 \cdot 3 \text{ Вт} = 24 \text{ Вт}$

$\Sigma = 600 \cdot 4 + 900 = 3300$ (руб.)



Рисунок 16- Светодиодный светильник для речного теплохода со световым потоком 900 лм

2.2. Расчет освещения лампами накаливания

2.2.1 Методика расчета

Для расчета освещения лампами накаливания используем метод удельной мощности.

По этому методу общая мощность ламп накаливания определяется умножением площади помещения в квадратных метрах на удельную мощность освещения помещений, определяемую по табл. 1. Общая мощность ламп, определенная этим методом, делится на мощность ламп каждого светильника, и таким образом определяется число светильников.

Таблица 1- Удельные мощности для освещения помещений речного теплохода

Наименование помещения	Удельная мощность Вт/м ²
Машинное отделение	10,9
Жилые помещения	16,8
Коридор	10,3
Камбуз/Душ/Гальюн	13,4
Рубка	9,4



Рисунок 17- Судовой светильник под лампу накаливания

2.2.2. Расчет освещения

Кают- компания

$$S=9,28 \text{ кв.м. } P_{\text{уд.}}=16,8$$

$$P_{\text{общ.}} = 9,28 \text{ кв.м.} * 16,8 \text{ Вт/м}^2 = 157,76 \text{ Вт}$$

$$N=P_{\text{общ.}}/P = 157,7/15=11 \text{ шт.}$$

Нам потребуется 6 светильников с 2 лампами накаливания.

Потребляемая мощность светильников будет $15\text{Вт} * 11 = 165 \text{ Вт}$

$$\Sigma = 2100 * 6 = 12600 \text{ (руб.)}$$

Каюта № 1

$$S=3,6 \text{ кв.м. } P_{\text{уд.}}=16,8$$

$$P_{\text{общ.}} = 3,6 \text{ кв.м.} * 16,8 \text{ Вт/м}^2 = 61,2 \text{ Вт}$$

$$N=P_{\text{общ.}}/P = 61,2/15=4 \text{ шт.}$$

Нам потребуется 2 светильников с 2 лампами накаливания.

Потребляемая мощность светильников будет $15\text{Вт} * 4 = 60 \text{ Вт}$

$$\Sigma = 2100 * 2 = 4200 \text{ (руб.)}$$

Каюта № 2

$$S=3,2 \text{ кв.м. } P_{\text{уд.}}=16,8$$

$$P_{\text{общ.}} = 3,2 \text{ кв.м.} * 16,8 \text{ Вт/м}^2 = 54,4 \text{ Вт}$$

$$N=P_{\text{общ.}}/P = 54,4/15=4 \text{ шт.}$$

Нам потребуется 2 светильников с 2 лампами накаливания.

Потребляемая мощность светильников будет $15\text{Вт} * 4 = 60 \text{ Вт}$

$$\Sigma = 2100 * 2 = 4200 \text{ (руб.)}$$

Каюта № 3

$$S = 3,2 \text{ кв.м. } P_{\text{уд.}} = 16,8$$

$$P_{\text{общ.}} = 3,2 \text{ кв.м.} * 16,8 \text{ Вт/м}^2 = 54,4 \text{ Вт}$$

$$N = P_{\text{общ.}} / P = 54,4 / 15 = 4 \text{ шт.}$$

Нам потребуется 2 светильников с 2 лампами накаливания.

Потребляемая мощность светильников будет $15 \text{ Вт} * 4 = 60 \text{ Вт}$

$$\Sigma = 2100 * 2 = 4200 \text{ (руб.)}$$

Коридор

$$S = 4,3 \text{ кв.м. } P_{\text{уд.}} = 10,3$$

$$P_{\text{общ.}} = 4,3 \text{ кв.м.} * 10,3 \text{ Вт/м}^2 = 43 \text{ Вт}$$

$$N = P_{\text{общ.}} / P = 43 / 15 = 3 \text{ шт.}$$

Нам потребуется 1 светильников с 2 лампами накаливания и 1 светильник с 1 лампой накаливания

Потребляемая мощность светильников будет $15 \text{ Вт} * 3 = 45 \text{ Вт}$

$$\Sigma = 2100 + 890 = 2990 \text{ (руб.)}$$

Рубка

$$S = 4,25 \text{ кв.м. } P_{\text{уд.}} = 9,4$$

$$P_{\text{общ.}} = 4,25 \text{ кв.м.} * 9,4 \text{ Вт/м}^2 = 39 \text{ Вт}$$

$$N = P_{\text{общ.}} / P = 39 / 15 = 3 \text{ шт.}$$

Нам потребуется 1 светильников с 2 лампами накаливания.

Потребляемая мощность светильников будет $15 \text{ Вт} * 2 = 30 \text{ Вт}$

$$\Sigma = 2100 * 1 = 2100 \text{ (руб.)}$$

Камбуз/Душ/Гальюн

$$S = 1 \text{ кв.м. } P_{\text{уд.}} = 13,3$$

$$P_{\text{общ.}} = 1 \text{ кв.м.} * 13,3 \text{ Вт/м}^2 = 13,3 \text{ Вт}$$

$$N = P_{\text{общ.}} / P = 13,3 / 12 = 1 \text{ шт.}$$

Нам потребуется 3 светильников с 1 лампами накаливания. В каждое помещение по 1 светильнику.

Потребляемая мощность светильников будет $12 \text{ Вт} * 3 = 36 \text{ Вт}$

$$\Sigma = 890 * 3 = 2670 \text{ (руб.)}$$

Машинное отделение

$$S = 12,18 \text{ кв.м. } P_{\text{уд.}} = 10,9$$

$$P_{\text{общ.}} = 12,18 \text{ кв.м.} * 10,9 \text{ Вт/м}^2 = 132 \text{ Вт}$$

$$N = P_{\text{общ.}} / P = 132 / 15 = 9 \text{ шт.}$$

Нам потребуется 4 светильников с 2 лампами накаливания и 1 светильник с 1 лампой накаливания.

Потребляемая мощность светильников будет $15 \text{ Вт} * 9 = 135 \text{ Вт}$

$$\Sigma = 2100 * 4 + 890 = 9290 \text{ (руб.)}$$

2.3. Расчет освещения люминесцентными лампами

2.3.1. Метод расчета

Для расчета освещения люминесцентными лампами используем тот же метод, что и при использовании светодиодов.

E – освещенность, лк (выбираем из таблицы)

S – Площадь помещения, кв.м

Φ – Световой поток, лм;

K_z — коэффициент запаса

Чем темнее интерьер и выше подвес светильников тем больше K_z

$$\text{Требуемый поток } \Phi_{\text{маг.}} = E * S * K_z$$

Расчет количества светильников с заданным световым потоком.

$$\text{Требуемое количество светильников } N = \Phi_{\text{маг.}} / \Phi_{\text{св.}} \text{ (шт.)}$$

$$\text{Стоимость светильников } \Sigma = N * C \text{ (руб.)}$$

2.3.2. Расчет освещения

Кают- компания

$$S=9,28 \text{ кв.м. } Kз=1,3$$

$$\Phi_{\text{маг.}} = 300 \text{ лк} * 9,28 \text{ кв.м.} * 1,3 = 3619 \text{ лм}$$

$$N = 3619/1000 \text{ лм} = 4 \text{ лампы}$$

Потребляемая мощность светильников будет $4*25\text{Вт}=100 \text{ Вт}$

$$\Sigma = 4*180=720 \text{ (руб.) за лампочки}$$

Стоимость одного светильника 1200 руб. нам потребуется два таких светильника. Далее во всех помещениях будем использовать светильник данного типа.

$$\Sigma_{\text{общ}}=4*180+2*1200=3120 \text{ (руб.)}$$



Рисунок 18- Судовой светильник

Каюта №1

$$S=3,6 \text{ кв.м. } Kз=1,2$$

$$\Phi_{\text{маг.}} = 150 \text{ лк} * 3,6 \text{ кв.м.} * 1,2 = 648 \text{ лм}$$

$$N = 648/450 \text{ лм} = 2 \text{ лампочки}$$

Потребляемая мощность светильников будет $2*15\text{Вт}=30 \text{ Вт}$

$$\Sigma = 2*115=230 \text{ (руб.) стоимость лампочек}$$

$$\Sigma_{\text{общ}}=2*115+1*1200=1430 \text{ (руб.)}$$

Каюта №2

$$S=3,2 \text{ кв.м. } K_3=1,2$$

$$\Phi_{\text{маг.}} = 150 \text{ лк} * 3,2 \text{ кв.м.} * 1,2 = 576 \text{ лм}$$

$$N = 576/250 \text{ лм} = 2 \text{ лампочки}$$

Потребляемая мощность светильников будет $2*5\text{Вт}=10 \text{ Вт}$

$$\Sigma = 2*103=206 \text{ (руб.)}$$

$$\Sigma_{\text{общ}}=2*103+1*1200=1406 \text{ (руб.)}$$

Каюта №3

$$S=3,2 \text{ кв.м. } K_3=1,2$$

$$\Phi_{\text{маг.}} = 150 \text{ лк} * 3,2 \text{ кв.м.} * 1,2 = 576 \text{ лм}$$

$$N = 576/250 \text{ лм} = 2 \text{ лампочки}$$

Потребляемая мощность светильников будет $2*5\text{Вт}=10 \text{ Вт}$

$$\Sigma = 2*103=206 \text{ (руб.)}$$

$$\Sigma_{\text{общ}}=2*103+1*1200=1406 \text{ (руб.)}$$

Коридор

$$S=4,3 \text{ кв.м. } K_3=1,2$$

$$\Phi_{\text{маг.}} = 150 \text{ лк} * 4,3 \text{ кв.м.} * 1,2 = 775 \text{ лм}$$

$$N = 775/250 \text{ лм} = 3 \text{ лампочки}$$

Потребляемая мощность светильников будет $3*7\text{Вт}=21 \text{ Вт}$

$$\Sigma = 3*116=348 \text{ (руб.)}$$

Используем два светильника один на две лампочки за 1200 рублей, а другой за 840 рублей на одну лампочку.

$$\Sigma_{\text{общ}}=3*116+1*1200+1*840=2388 \text{ (руб.)}$$

Рубка

$$S=4,25 \text{ кв.м. } K_3=1,2$$

$$\Phi_{\text{маг.}} = 100 \text{ лк} * 4,25 \text{ кв.м.} * 1,2 = 510 \text{ лм}$$

$$N = 510/250 \text{ лм} = 2 \text{ лампочки}$$

Потребляемая мощность светильников будет $2 * 5 \text{ Вт} = 10 \text{ Вт}$

$$\Sigma = 2 * 116 = 232 \text{ (руб.)}$$

$$\Sigma_{\text{общ}} = 2 * 116 + 2 * 840 = 1912 \text{ (руб.)}$$

Камбуз/ Душ/ Галльюн

$$S = 1 \text{ кв.м.} \quad K_3 = 1,5$$

$$\Phi_{\text{маг.}} = 150 \text{ лк} * 1 \text{ кв.м.} * 1,5 = 225 \text{ лм}$$

$$N = 225/250 \text{ лм} = 1 \text{ лампочка}$$

Потребляемая мощность светильников будет $1 * 5 \text{ Вт} = 5 \text{ Вт}$

$$\Sigma = 1 * 116 = 116 \text{ (руб.)}$$

В каждое помещение по 1 светильнику, следовательно, нам потребуется 3 светильника по 840р каждый.

$$\Sigma_{\text{общ}} = 3 * 116 + 3 * 840 = 2868 \text{ (руб.)}$$

Машинное отделение

$$S = 12,1 \text{ кв.м.} \quad K_3 = 1,5$$

$$\Phi_{\text{маг.}} = 120 \text{ лк} * 12,1 \text{ кв.м.} * 1,5 = 2192 \text{ лм}$$

Над рабочим местом нам потребуется 1 светильник со световым потоком 1200 лм и 4 светильника со световым потоком 250 лм.

Потребляемая мощность светильников будет $1 * 25 + 4 * 5 \text{ Вт} = 45 \text{ Вт}$

$$\Sigma_{\text{общ}} = 1 * 243 + 4 * 116 + 1 * 1390 + 2 * 1200 = 4497 \text{ (руб.)}$$

3. СГЭП (Система гарантированного электропитания)

3.1. Работа системы

Работу системы гарантированного электропитания можно рассматривать в двух режимах:

-в первом режиме отклонения напряжения питающей сети не превышают допустимых пределов. Регулирующий орган (инвертор) запитан напряжением выпрямленной сети, и в соответствии с сигналами, поступающими на его управляющие входы от схемы управления через усилитель мощности, формирует на выходе переменное напряжение. Переменное напряжение с выхода инвертора фильтруется до напряжения низкой частоты f_c и через согласующий трансформатор подается на нагрузку и одновременно на измерительный вход блока обратной связи, обеспечивающей режим работы замкнутой системы, поддерживающей значение выходного напряжения с требуемой точностью. Источник питания собственных нужд работает от напряжения выпрямленной сети, сглаженного входным фильтром. Разрядное устройство находится в режиме готовности к работе. Зарядное устройство, контролируя состояние аккумуляторной батареи, работает в режиме заряда, если последняя перед этим была разряжена, либо в режиме подзаряда АБ для компенсации саморазряда аккумуляторов [6];

-второй режим работы СГЭП определяется выходом напряжения питающей сети за пределы допустимого диапазона, либо ее полным отсутствием. В этом случае устройство контроля напряжения сети выдает сигнал на включение в работу разрядного устройства (РУ), и на инвертор подается напряжение с выхода повышающего преобразователя, а при отсутствии РУ автоматически напряжение аккумуляторной батареи. Блок питания собственных нужд также переключается на выход РУ. На время переключения питание инвертора обеспечивается энергией, запасенной в конденсаторах входного фильтра. Зарядное устройство при этом находится в состоянии контроля напряжения АБ [6].

3.2. Описание функциональной схемы

Функциональная схема СГЭП приведена на рисунке 19.

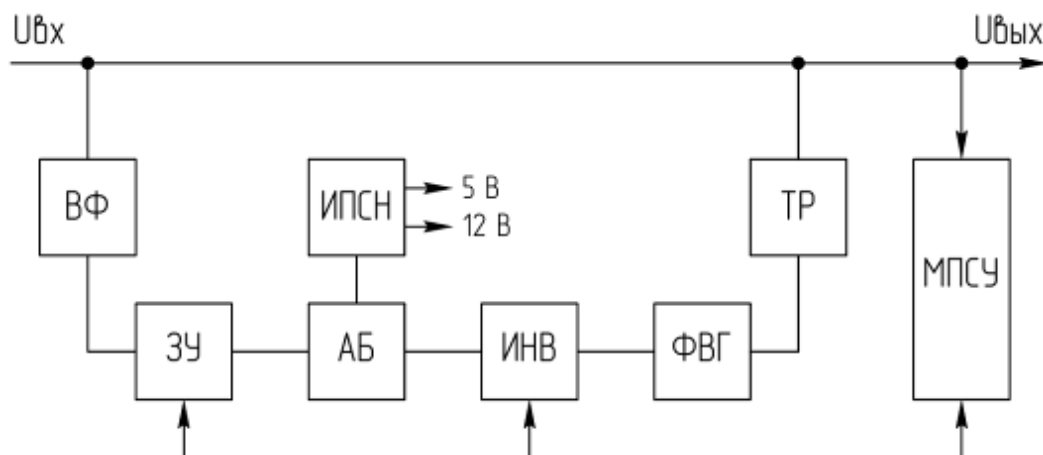


Рисунок 19 - Функциональная схема СГЭП

По функциональной схеме СГЭП опишем блоки и их основное назначение, входящие в его состав.

ВФ - входной однофазный мостовой выпрямитель и низкочастотный сглаживающий фильтр. Сглаживающий фильтр выполняет функции фильтрации (уменьшения) переменной составляющей выпрямленного напряжения до уровня, который требуется по условиям эксплуатации для регулирующего органа, питающегося от входного выпрямителя, ограничения зарядного тока конденсатора фильтра, компенсации кратковременных провалов напряжения питающей сети. В том случае, если силовой инвертор не предъявляет жестких требований к качеству питающего напряжения, критерием для выбора величины пульсаций на выходе фильтра может быть допустимая амплитуда переменной составляющей на конденсаторе входного фильтра. Оценка сглаживающих действий фильтра производится обычно по величине его коэффициента сглаживания, определяемого отношением коэффициента пульсаций на входе фильтра (выходе выпрямителя) к коэффициенту пульсаций на его выходе. При расчете фильтров на его выходе обычно учитывают только постоянную составляющую выпрямленного

напряжения и основную гармонику пульсации, т.к. амплитуды высших гармоник с увеличением номера гармоник резко падают. Наиболее эффективно осуществляется сглаживание пульсаций при помощи Г-образных фильтров, составленных из дросселей и конденсаторов [7].

ЗУ - зарядное устройство. Зарядное устройство обеспечивает заряд АБ при работе СГЭП в сетевом режиме. ЗУ в СГЭП малой мощности получает питание непосредственно от сети через выпрямительный мост и индуктивно-ёмкостной фильтр. Кроме заряда АБ, ЗУ обеспечивает питание ИПСН в сетевом режиме. Принципиальная схема ЗУ выполняется на базе понижающего непосредственного преобразователя напряжения, содержащим силовой транзистор, управляемый сигналом с микроконтроллера МПСУ на частоте 22 кГц.

АБ - аккумуляторная батарея. Цепь последовательно соединенных химических источников тока, предназначена для питания силового инвертора ИНВ в случае выхода отклонений напряжения основной питающей сети за допустимые пределы. Основным классификационным признаком АБ служит тип электролита: кислотный или щелочной. Различают три режима эксплуатации аккумуляторов: переключения, буферный и аварийный. В режиме переключения АБ разряжается и заряжается поочередно. В буферном режиме АБ подключена параллельно основному источнику. При возрастании нагрузки или снижении входного напряжения батарея частично разряжается, при снижении нагрузки - вновь подзаряжается. В аварийном режиме эксплуатации АБ постоянно поддерживается в режиме готовности к работе и подключается к цепи нагрузки при отказе основного источника.

Основными параметрами АБ являются емкость и напряжение. Следует различать напряжение электрохимической системы, напряжение разомкнутой цепи, разрядное и номинальное. Наиболее важным является разрядное напряжение начальное и конечное. Разряд батареи связан с опасностью переполюсовки отдельных аккумуляторов и соответственно, чем больше соединено последовательно элементов, тем ниже надежность АБ.

Числом последовательно соединенных аккумуляторов выбирают номинальное напряжение в цепи постоянного тока [8].

Разрядной емкостью АБ называют количество электричества, которое источник тока отдает при заданном режиме разряда до достижения определенного конечного напряжения, и измеряется емкость в ампер-часах.

Величину номинальных токов разряда и заряда АБ принято выражать в долях от номинальной емкости и измерять в амперах. Режим разряда определяется особенностями потребителя, а заряда - особенностями самих аккумуляторов и зарядных устройств.

Существует два основных способа заряда АБ: при постоянстве тока и постоянстве напряжения. Для повышения надежности АБ при эксплуатации следует соблюдать требования зарядных и разрядных характеристик, выполненных в виде номограмм для различных типов аккумуляторов и режимов их работы.

Емкость и напряжение АБ в каждом конкретном случае выбираются из условий технического задания такими, чтобы обеспечить потребителя электроэнергией на время выхода напряжения основного источника за допустимые пределы при заданном токе нагрузки [8].

ИНВ и ФВГ - силовой инвертор напряжения и фильтр высших гармоник. Инвертор преобразует напряжение постоянного тока в напряжение переменного тока. Блок инвертора выполняется по двухтактной схеме с нулевым выводом трансформатора на MOSFET-транзисторах. Силовые транзисторы управляются высокочастотными (22 кГц) ШИМ-сигналами с платы управления МПСУ.

Широтно-импульсная модуляция сигналов осуществляется по синусоидальному закону, что обеспечивает высокую точность выходного напряжения с помощью быстродействующей системы управления инвертором. Синусоидальное выходное напряжение формируется из высокочастотных ШИМ-импульсов с помощью выходного фильтра ФВГ.

Как правило, силовые MOSFET-транзисторы инвертора выбирают из условия двойного запаса по току по сравнению с номинальной величиной тока нагрузки. Это позволяет иметь высокие перегрузочные способности СГЭП и ток короткого замыкания инвертора в пределах 150...200%.

ТР - выходной развязывающий трансформатор. Трансформатор обеспечивает гальваническую развязку и согласование уровней напряжения нагрузки и аккумуляторной батареи.

МПСУ - микропроцессорная система управления СГЭП. Система управления СГЭП обеспечивает необходимый алгоритм работы силовых узлов, тестирование состояния, мониторинг и управление .

ИПСН - вторичный источник питания. ИПСН формирует ряд низковольтных напряжений постоянного тока (5 В, 12 В) для обеспечения питанием различных цепей систем управления блоков силовой платы, питание платы управления. Питание блока ИПСН осуществляется от ЗУ при сетевом режиме или от батареи при автономном режиме. Принципиальная схема ИПСН выполняется на базе НПН понижающего типа.

3.3. Описание работы СГЭП

В зависимости от состояния сети и величины нагрузки, СГЭП «off-line» типа может работать в двух основных режимах: сетевом и автономном.

Сетевой режим - режим питания нагрузки энергией сети. При наличии сетевого напряжения в пределах допустимого отклонения, и нагрузки, не превышающей максимально допустимую, СГЭП работает напрямую от сети. При этом режиме при необходимости также осуществляется заряд или подзаряд АБ с помощью зарядного устройства (ЗУ) [7].

Автономный режим - режим питания нагрузки энергией аккумуляторной батареи. При отклонении параметров сетевого напряжения за допустимые пределы или при полном пропадании сети СГЭП практически мгновенно переходит на автономный режим питания нагрузки энергией аккумуляторной батареи (АБ) через силовой инвертор и трансформатор

(ИНВ - ФВГ - ТР). При восстановлении напряжения сети СГЭП автоматически перейдет в сетевой режим.

4. Гелиевые аккумуляторы

Гелиевые аккумуляторы, несмотря на свою новизну, появились еще во времена, когда человечество только осваивало космос. Гель, который образовался в результате внедрения в состав серной кислоты двуокиси кремния, дал возможность получить полную герметичность батареи, поскольку любое газовыделение происходит внутри гелия, точнее в его порах. Гелиевым АКБ нет равных в стойкости к глубокому разряду, в этом плане они намного долговечные по сравнению с традиционными аккумуляторами. Даже несмотря на очевидные преимущества гелиевых батарей они так и не получили признания среди автомобилистов, причиной этого стали — высокие требования к бортовому электрооборудованию и из-за резкого снижения пускового тока в условиях холода.

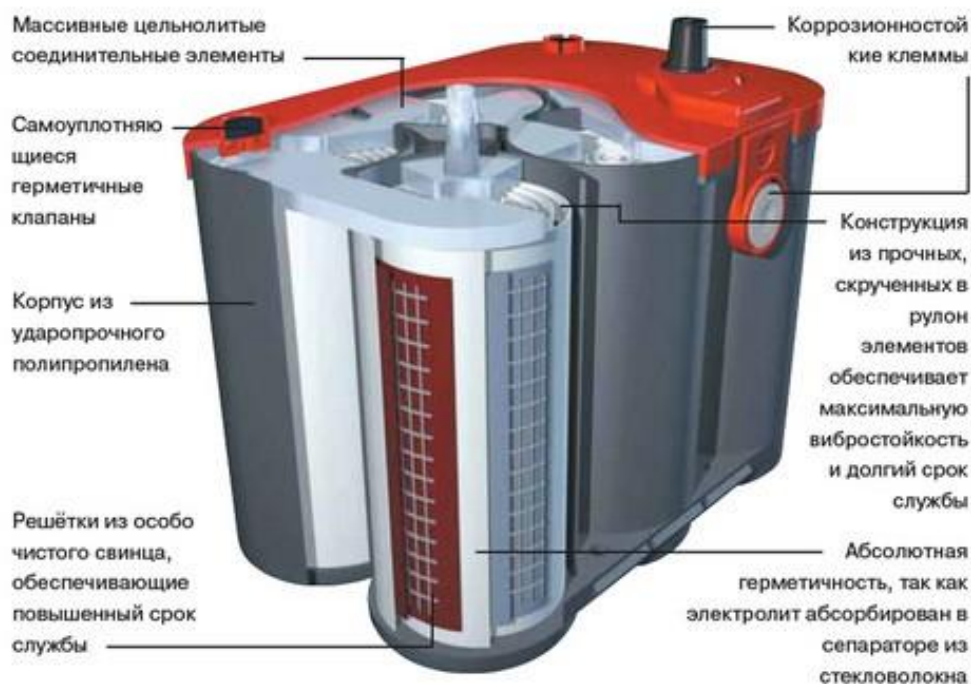


Рисунок 20- Схема гелиевого аккумулятора

Самая популярная на сегодняшний день технология AGM (Absorptive Glass Mat) — вернулась к использованию жидкой кислоты, однако теперь удержание электролита происходило в порах сепаратора, состоящих из

ультратонких стекловолокон. Благодаря этой конструкции ученым удалось не только добиться герметичности корпуса, но и к тому же обеспечить работоспособность АКБ даже в случае его нарушения.

AGM-батареи могут похвастаться стойкостью к перепадам температур, глубоким разрядам и вибрациям, они имеют большой срок службы и могут работать в любом положении, как вертикальном, так и горизонтальном. Несмотря на такую, казалось бы, уникальность и неуязвимость, есть у AGM-батареи и слабые места — они боятся перезаряда. В настоящее время по технологии AGM выпускается два вида батарей, как с плоскими, так и со спиральными электродами.

Спиральные электроды могут похвастаться более высокими характеристиками токоотдачи, при намного меньшем внутреннем сопротивлении. Этого удастся достичь за счет большей рабочей поверхности пластин при одинаковых габаритах. Гелиевые аккумуляторы воспринимают глубокий разряд как — штатный режим работы. Такого эффекта удалось достичь благодаря сжиженному состоянию электролита, которое не позволяет ему испариться в случае глубокого разряда, следовательно, не произойдет и окисления пластин, которому подвержены практически все обычные аккумуляторные батареи. Даже при самом глубоком разряде, напряжение не упадет ниже отметки 10,5 В, а срок эксплуатации AGM-аккумулятора гарантированно составит не менее 400 циклов разряд/заряд. Более того, если не доводить АКБ до степени глубокого разряда, количество циклов можно увеличить в целых 10 раз, то есть до 4000 циклов. Впечатляет, не так ли? А если к тому же учесть, что в обычных свинцово-кислотных аккумуляторах этот параметр не превышает нескольких десятков циклов, а иногда и того меньше, то гелиевые аккумуляторы и вовсе можно считать супер-изобретением [8].

К положительным качествам гелиевого аккумулятора можно отнести также его герметичность. Благодаря тому, что во время работы не выделяются пары электролита, такую АКБ можно смело располагать в салоне

машины, кроме того можно не переживать о том, в каком положении он будет находиться, как вы помните это не имеет никакого значения. Гелиевый аккумулятор имеет поразительно низкое внутреннее сопротивление примерно (3–4 мОм), что само собой исключает необходимость использования больших емкостных конденсаторов. Внутреннее сопротивление на самом деле очень важно, от него зависит скорость отдачи тока аккумулятора, она почти равна скорости конденсаторов. Это в большей мере заслуга плотно сложенных пластин-электродов, которые выполнены из свинцовых материалов высокой чистоты.

4.1. Преимущества, недостатки и особенности гелиевых аккумуляторов

Стремление человечества повлиять на обратимые процессы, проходящие в аккумуляторной батарее, привело к созданию герметичного гелиевого аккумулятора. Ведь успешная работа и срок службы АКБ сильно зависят от внешних факторов.

Для того чтобы уменьшить влияние внешней среды на аккумулятор, на некоторых из них установлен клапан, через который происходит выброс газов, это делается в случае работы АКБ в нестабильных условиях и в повышенных температурах. Так как, гелиевый аккумулятор имеет плазматическое (как гель) физическое состояние электролита, отсюда и пошло название – гелиевый.

В гелиевых аккумуляторах, в качестве электролита, может применяться серная кислота, но вместе с загустителем. Кроме того, для предотвращения выделений водорода, в состав электродов может добавляться кальций, так же как и в кислотно-щелочных АКБ [8].

При этом гель сохраняет свои пластичные свойства и плотно окутывает электроды аккумулятора, таким образом, обеспечивая нужную химическую реакцию. Отток и приток газов, обеспечивается трещинами, которые образуются после того, как усадили электролит. При этом обеспечивается электропроводность кислоты там, где отсутствует

расслоение. Увеличение расслоения электролита и трещин больше допустимого негативно сказываются на основных характеристиках аккумуляторов (гелиевых). По этой причине гелиевые аккумуляторы выпускают с ограниченной высотой.

Есть несколько преимуществ данных аккумуляторов, по сравнению с другими. Прежде всего, они не требуют обслуживания, конечно, кроме заряда, разряда. Капитальный ремонт не проводится, как и в остальных видах аккумуляторов. Гелиевые аккумуляторы являются более стойкими к встряскам, благодаря поддержанию элементов АКБ самим гелем. Также, такие аккумуляторы имеют более высокий ток пуска.

Кроме плюсов, гелиевые АКБ имеют один минус, необходимость строгого соблюдения режима зарядки. В случае критической разрядки аккумулятора восстановление будет невозможным или пройдет не в полном объеме, а это в свою очередь скажется на характеристиках аккумулятора (особенно на ёмкости).

5. Контроллер заряда, и каким он бывает

Каждый из элементов приведенной схемы выполняет свою роль:

- Солнечный модуль воспринимает световое излучение и преобразует его в постоянный электрический ток. Сам модуль состоит из множества полупроводников (фотоэлементов);
- Аккумулятор, точнее, блок батарей, используется для накопления и раздачи энергии, поступающей с модулей;
- Инвертор используется для преобразования постоянного тока в переменный с изменением выходных значений частоты и напряжения в сети.



Рисунок 21- Пример схемы подключения

Здесь может возникнуть закономерный вопрос: «а зачем тогда контроллер, ведь можно напрямую соединить солнечный модуль и блок аккумуляторов?». Если этого не сделать, то на клеммы АКБ будет постоянно поступать зарядный ток, что в свою очередь вызовет рост напряжения. Рано или поздно, в зависимости от типа аккумулятора, напряжение достигнет максимального значения в 14,4 В, после чего начнется процесс перезаряда батареи и выкипания электролита в ней [9].



Рисунок 22- Внешний вид контроллера

А это прямой путь к сокращению срока службы АКБ. Естественно, можно контролировать этот процесс вручную, используя простой вольтметр, и отключать питание в нужный момент. Но в этом случае человек будет постоянно привязан к системе и назвать ее автономной уже будет нельзя.

Контроллер как раз и является тем звеном в цепи, которое должно за процессом зарядания и раздачи энергии с АКБ следить в автоматическом режиме. Кроме этого, он выполняет ряд других функций, перечень которых зависит от конкретной модели и типа:

- Автоматическое соединение АКБ и модулей цепью зарядки;
- Подбор оптимальных режимов накопления заряда;
- Полный контроль процесса и, при необходимости, отключение или подключение потребителей;
- Поддержка правильной полярности;
- Защита от коротких замыканий, прекращения подачи энергии (обрыв);
- Учет уровней заряда АКБ;
- Контроль расхода энергии и т.д.

5.1. On/Off контроллеры



Рисунок 23- ON/OFF контроллер

Это самый простой из существующих устройств, которое осуществляет отключение заряда при достижении определенного

напряжения (14,4 В). Таким образом, происходит предотвращение перегрева устройства и последующего перезаряда. При этом невозможно обеспечить полный заряд АКБ, поскольку при достижении максимального тока происходит отключение, тогда как необходимо поддерживать процесс еще несколько часов. В результате, уровень заряда постоянно находится в пределах 60-70 %, что отражается на состоянии пластин и снижении срока службы батареи.

5.2. Контроллеры ШИМ (PWM)

Решение проблемы неполного заряда может быть достигнуто, если выбрать управляющие блоки нового поколения, в которых используется принцип широтно-импульсной модуляции (ШИМ) подающего тока.



Рисунок 24- ШИМ контроллер

Принцип его работы базируется на снижении номинала заряжающего тока при достижении пикового напряжения. Это позволяет достичь уровня заряда 100 %, повысив при этом общую эффективность на 20-30 %. Некоторые из моделей данных контроллеров позволяют корректировать напряжение поступающего тока в зависимости от температуры наружного воздуха. Они предотвращают перегрев батареи, повышают способность принятия заряда и осуществляют автономное регулирование процесса.

Примерная схема работы ШИМ контроллера выглядит следующим образом:

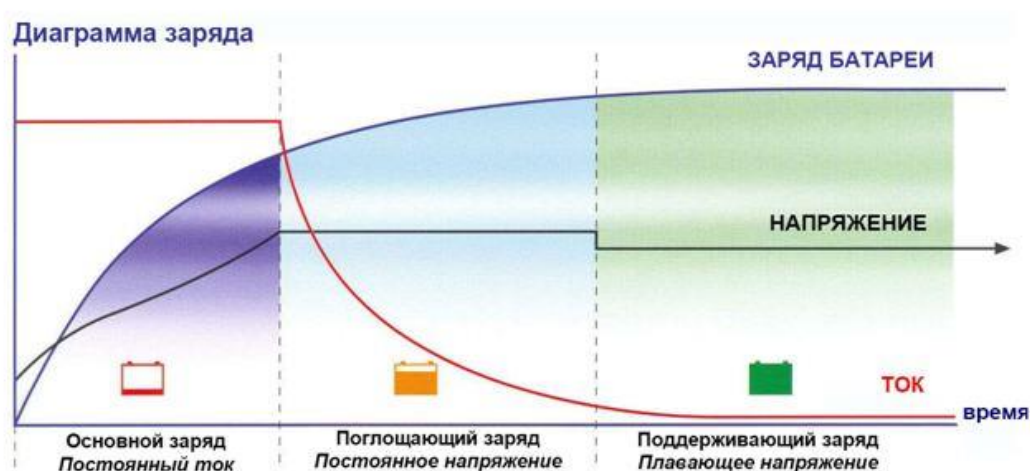


Рисунок 25- Схема работы ШИМ контроллера

5.3. Регуляторы типа МРРТ

Наиболее совершенным на сегодня типом регулирующего заряд солнечной батареи устройства, которые можно выбрать на рынке, является МРРТ контроллер. Он позволяет повысить эффективность выработки электроэнергии и ее количество на одном и том же блоке солнечных панелей. Принцип действия любого *mppt* модуля базируется на отслеживании так называемой «точки максимальной мощности».



Рисунок 26- Пример регулятора МРРТ

Любой регулятор mppt постоянно контролирует параметры тока и напряжения, на основе которых микропроцессорный аналитический блок вычисляет их наиболее оптимальное соотношение для выработки полной мощности. Процессор, при выборе номиналов тока и напряжения, также учитывает стадию зарядного процесса.

При использовании mppt контроллеров становится возможным снятие большего напряжения с солнечных панелей, которое затем преобразуется в оптимальное для заряда АКБ (как правило, оно отличается от паспортного напряжения питания). Общая эффективность гелиосистемы в сравнении с ШИМ контроллерами увеличивается на 15-35%. При этом MPPT технология позволяет работать даже при снижении освещенности панели на 40% [9].

Преимущества MPPT модулей можно отобразить в виде следующей схемы:

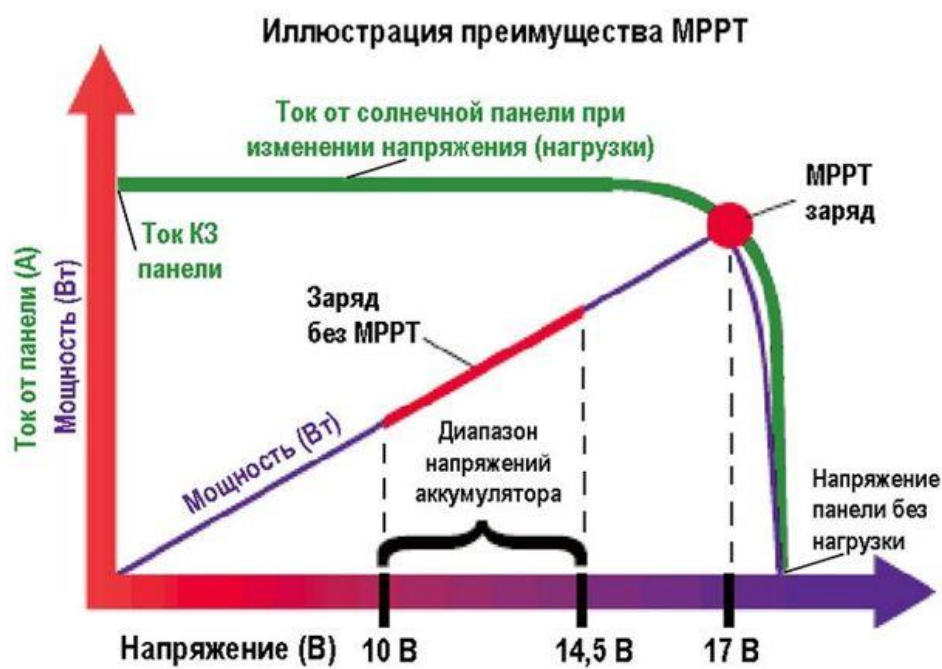


Рисунок 27- Схема преимуществ MPPT модулей

6. Инвертор

Инвертор - это устройство, которое подключается к источнику постоянного тока, преобразует его и выдаёт переменный ток, и может изменять напряжение — повышать или понижать.

Возможность создания высокого напряжения на выходе mppt контроллера позволяет использовать провода меньшего сечения и увеличить расстояние между самим блоком и солнечными панелями.

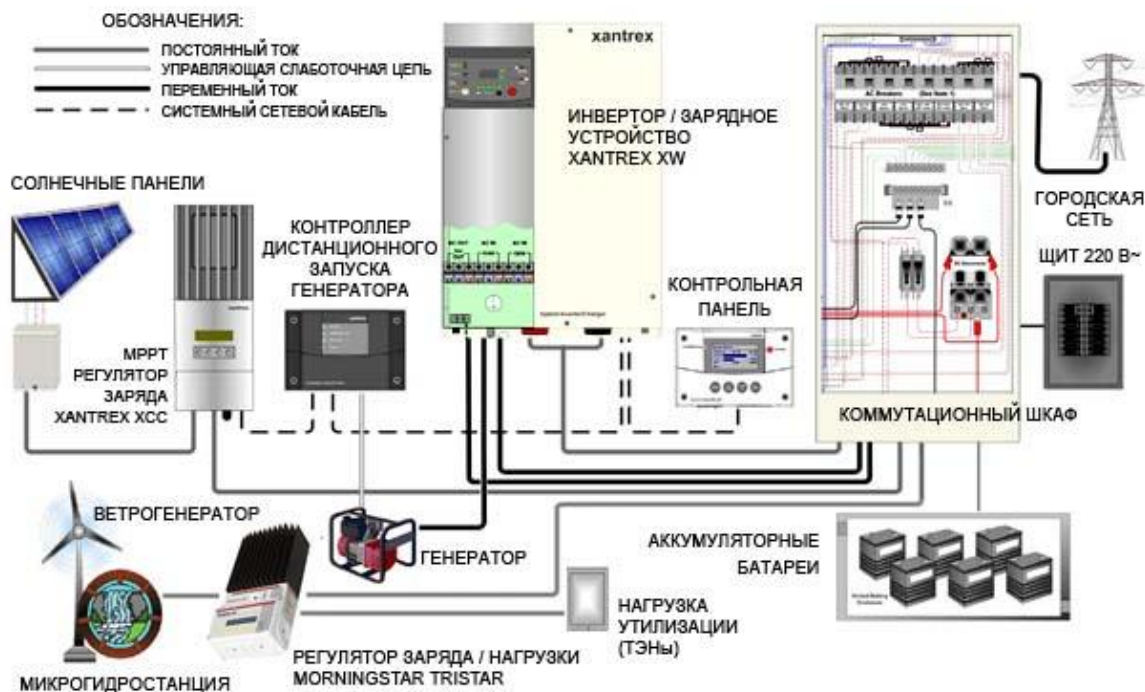


Рисунок 28- Пример применения инвертора

Проблема только в том, что напряжение постоянное 12V, а нужно переменное 220V. Здесь на помощь может прийти повышающий преобразователь напряжения в стабильное переменное 220V частотой 50 Гц. В данной статье описывается схема именно такого устройства, способного питать потребитель мощностью до 600700 Вт, чего вполне достаточно для питания легкого электроинструмента.

В отличие от многих простых аналогов, данная схема поддерживает выходное напряжение стабильным независимо от мощности нагрузки, используя автоматическую регулировку с ШИМ. Основой схемы является микросхема SG3524, которая представляет собой управляемый напряжением ШИМ-контроллер с фиксированной частотой преобразования, специально спроектированной для построения любых типов импульсных источников питания и преобразователей [10].

В достоинствах микросхемы наличие встроенного опорного источника питания (+5,1 В), возможность управления частотой работы внешней RCцепью, длительностью интервала «мертвого» времени одним внешним резистором, длительностью времени плавного старта одним внешним конденсатором (вывод SOFT START), встроенными драйверами (± 200 мА) для управления внешними силовыми транзисторами или внешним маломощным трансформатором.

6.1. Виды инверторов.

Инверторы 12 Вольт на 220 Вольт (преобразователи напряжения) бывают с модифицированной синусоидой и с чистой (нормальной) синусоидой.

Модифицированный синус - простыми словами, когда магнитное поле имеет некоторое искажение, «биение», всплески [10].

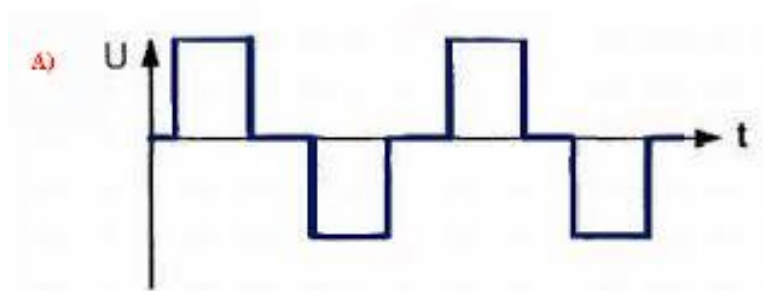


Рисунок 29- Схема-график модифицированной синусоиды

Нежелательно подключать к инверторам модифицированного синуса: автоматику газовых котлов, аудио-аппаратуру (высокого класса) , медицинскую высокоточную измерительную технику.

С инвертором модифицированного синуса работают ноутбуки, радио, цифровые телевизоры (кроме плазменных) и т.д.

К такому типу инверторов относятся такие модели как НР-600(12-220 В), SP 600 (12- 220 В) , PI-2000 (12-220 В)



Рисунок 30- Инвертор НР-600(12-220 V)



Рисунок 31- Инвертор SP 600 (12- 220 V)



Рисунок 32- Инвертор PI-2000 (12-220 V)

Чистый синус (синусоидальный, нормальный синус) - когда магнитное поле не имеет искажений.

То есть колебания напряжения в электрической сети переменного тока происходят плавно и гладко, без резких скачков и перепадов.

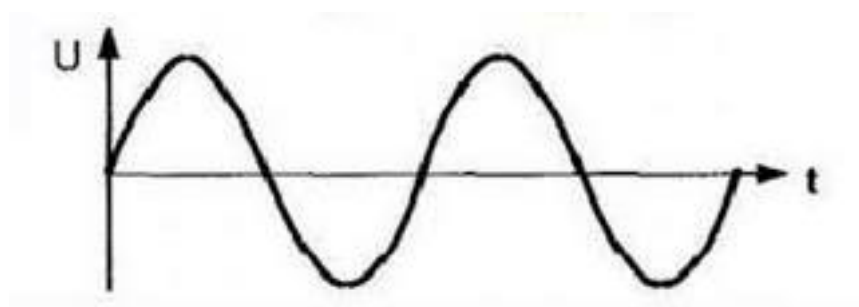


Рисунок 33- Схема - график чистой синусоиды

С инверторами (преобразователями напряжения) с чистой синусоидой работают любые электрические приборы, в том числе : электродвигатели, точная измерительная техника, медицинская техника, насосы и т.д.

К таким инверторам можно отнести следующие модели: ИБП CPS 600E (12 -220 V), ИС 12-3000 DC-AC (12-220 V)



Рисунок 34- ИБП CPS 600E (12 -220 V)



Рисунок 35- ИС 12-3000 DC-AC (12-220 V)

Бывают стационарные инверторы, то есть, которые могут подключаться к домашней сети 220 Вольт и работать как ИБП (источник бесперебойного питания). Когда в дом или квартиру перестаёт поступать электричество, такой инвертор самостоятельно переключается и берёт ток от аккумуляторов 12 или 24 Вольт, встроенных или установленных рядом с инвертором, преобразует его в переменный и выдаёт 220 вольт на выходе. Если Ваши приборы заранее были подключены к этому инвертору, то

отключение тока в домашней сети будет незаметно для Вас и ваших приборов. В таком режиме инвертор может работать от нескольких минут до нескольких часов, это зависит от емкости и количества подсоединенных аккумуляторов. Как только подадут ток в домашнюю сеть, инвертор самостоятельно в доли секунды переключится в режим зарядки аккумуляторов, и будет просто пропускать через себя ток домашней сети [10].

7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью данного раздела ВКР является технико-экономическое обоснование разработки системы освещения речного теплохода на светодиодных элементах, позволяющее оценить целесообразность светодиодного освещения взамен обычных люминесцентных ламп.

Достижение цели связано с выполнением задач:

- сравнение различных видов освещения;
- расчет затрат на LED освещение и на люминесцентное;
- определение эффекта от проекта.

Это позволит определить конкурентную способность проектируемого освещения, даст возможность понять, что оно не уступает по надежности и качеству, а также отвечает всем предъявляемым требованиям.

Актуальность данной разработки состоит в том, чтобы из существующих систем освещения выбрать самую экономичную, с максимальной светоотдачей.

7.1. Анализ конкурентных технических решений

Проведем анализ конкурирующих разработок, а именно сравним светодиодную с лампой накаливания и с люминесцентной. Проверим их эффективность и ресурсосбережение для речного теплохода.

В таблице 2 представлены различные системы освещения.

Таблица 2 - Системы освещения

Параметр	Лампа накаливания	Люминесцентная	Светодиодная (LED)
Световой поток, лм	700	700	800
Мощность, Вт	75	15	10
Светоотдача, лм/Вт	10	47	80
Индекс цветопередачи	90-100	75	80-100
Пульсация, %	5	30 до 40	1 до 30
Срок службы, час	1000	8000	50000
Температура, °С	180	60	70
Конструкция	хрупкая	хрупкая	прочная
Виброустойчивость	нет	нет	да
Экологичность	да	нет (ртуть)	да

Как видно из таблицы 2, для получения такого потока света наибольшая мощность в 75 Вт требуется для лампы накаливания, а наименьшую мощность в 10 Вт потребляет светодиодный светильник, а для люминесцентного светильника требуются мощности 15 Вт.

Таким образом, эффективность каждого из этих светильников будет характеризоваться светоотдачей (с округлением) в 10, 16 и 80 лм/Вт.

То есть, светодиодные лампы позволят значительно сэкономить электроэнергию, а, следовательно, и уменьшить затраты на освещение. Необходимо отметить, что приводимые значения светоотдачи светодиодных ламп учитывают КПД системы питания, рассеивателя, отражателя и других конструктивных элементов. Максимальная светоотдача светодиодов может достигать 150 -170 лм/Вт.

Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок) приведена в таблице 3.

Таблица 3 - Оценочная карта для сравнения LED, люминесцентного освещения и лампы накаливания

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		LED	Люминесцентная	Накаливания	LED	Люминесцентная	Накаливания
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1, Световой поток, лк	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
2, Мощность	0,03	2	3	5	0,06	0,09	0,15
3, Светоотдача, лм/Вт	0,16	5	3	2	0,8	0,48	0,32
4, Индекс цветопередачи	0,1	5	4	5	0,5	0,4	0,5
5, Пульсация, %	0,04	3	2	4	0,12	0,08	0,16
6, Температура, °С	0,03	4	5	3	0,12	0,15	0,09
7, Конструкция	0,08	5	2	2	0,4	0,16	0,16
8, Виброустойчивость	0,05	5	2	2	0,25	0,1	0,1
Экономические критерии оценки эффективности							
1, Стоимость продукта	0,09	2	3	4	0,18	0,27	0,36
2, Ориентировочный срок службы	0,2	5	4	3	1	0,8	0,6
3, Конкурентоспособность продукта	0,12	5	4	2	0,6	0,48	0,24
Итого	1	46	36	36	4,53	3,41	3,08

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле [11]:

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

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Как видно из таблицы, самой высокой конкурентоспособностью обладает LED освещение. Это и послужило решающим фактором при выборе освещения для речного теплохода.

7.2. Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в нашем проекте образуют меньшую часть стоимости разработки, над нашим проектом будут работать два работника: проектировщик и монтажник. Определение трудоемкость работ каждого из участников нашего проекта.

Трудоемкость выполнения нашего проекта оценивается экспертным путем в человеко-часах и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5};$$
$$t_{ожі} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 2}{5} = 1,4'$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-час.;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-час.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-час.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в часах T_p . Это необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости проекта составляет около 65 %.

$$T_{p_i} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i};$$

$$T_{p_i} = \frac{1,4}{1} = 1,4'$$

где T_{p_i} – продолжительность одной работы, часы.;

$t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-час.

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

7.3. График проведения работ

Для создания проекта необходимо создать график выполнения работ. Над нашим проектом трудятся два работника, необходимо распределить всю занятость между ними.

В таблице ниже представлены виды выполняемых работ и их продолжительность.

Таблица 4 – Продолжительность работ по проектированию и монтажу

Выполняемые работы	Исполнитель	Продолжительность в часах
Первичное обследование	Проектировщик	1
Светотехнический расчет	Проектировщик	3
Выбор оптимальных осветительных приборов	Проектировщик	2
Расчет затрат на оснащение объекта выбранной осветительной системой	Проектировщик	3
Визуализация проекта	Проектировщик	2
Подготовка пакета проектной документации и его согласование со всеми необходимыми инстанциями	Проектировщик	4
Монтаж и установка светодиодного оборудования	Монтажник	6

На основании таблицы 5 построена диаграмма Гантта. На диаграмме Гантта наглядно представлен порядок выполнения работ.

Таблица 5 – Диаграмма Гантта

№ работ	Вид работ	Исполнители	T _{кi} , часы	Продолжительность выполнения работ			
				21.05	22.05	23.05	24.05
1	Первичное обследование	Проектир-к	1				
2	Светотехнический расчет	Проектир-к	3				
3	Выбор оптимальных осветительных приборов	Проектир-к	2				
4	Расчет затрат на оснащение объекта выбранной осветительной системой	Проектир-к	3				
5	Визуализация проекта	Проектир-к	2				
6	Подготовка пакета проектной документации и его согласование со всеми необходимыми инстанциями	Проектир-к	4				
7	Монтаж и установка светодиодного оборудования	Монтаж-к	6				



– монтажник



– проектировщик

7.4. Затраты на проект

7.4.1. Затраты на оборудование

Рассчитаем стоимость электрооборудования на создание светодиодного и люминесцентного освещений для речного теплохода. Произведем подбор оборудования и сравним их друг с другом.

Затраты на создание LED освещения речного теплохода представлены в таблице 6.

Таблица 6- Затраты на оборудование для LED освещения речного теплохода

Наименование оборудования	Цена, руб.	Количество, шт.	Итого, руб.
1. Светодиодный светильник судовой армстронг с призматическим стеклом 32W 12- 24V IP40 GL (NW)	2500	1	2500
2. Светодиодная панель встраиваемая D88mm 3W 12-24V (NW)	600	15	9000
3. Система аварийного освещения Экотон-12	23200	1	23200
4. Светодиодная панель встраиваемая D170mm 12W 12- 24V (NW)	900	1	900
5. Прочее	-	-	1780
Итого стоимость комплектующих	-	-	37380

Затраты на люминесцентное освещение речного теплохода представлены в таблице 7.

Таблица 7- Затраты на оборудование для люминесцентного освещения речного теплохода

Наименование оборудования	Цена, руб.	Количество, шт.	Итого, руб.
1. Светильник люминесцентный встраиваемый R-136 матовое стекло 36W A265*H59 (228*228) 6400K (A-02-R)	354	1	354
2. Светильник, 12 В, 0.9 А	1600	12	19200
3. Плафон-лампа Hella TL/PL 7372/7373	6622	8	52976
5. Прочее	-	-	3626
Итого стоимость комплектующих	-	-	72530

Исходя из составленных таблиц, мы видим, что затраты на люминесцентное освещение для речного теплохода гораздо больше, чем на светодиодное. Это связано с тем, что люминесцентное освещение уступает по показателям качества и эффективности светодиодному. Также в последнее время все больше и больше набирает популярность LED освещение. Поэтому из-за не востребованности люминесцентное освещение стало дороже.

Затраты на проектирование и монтаж LED и люминесцентного освещений приблизительно одинаковы. Исполнителей проекта у нас два, т.к. небольшие объемы производства. Поэтому на основании выполненных работ необходимо рассчитать заработную плату исполнителей проекта.

Месячный должностной оклад проектировщика:

$$Z_m = Z_{\text{оклад}} \cdot 1,3 \cdot (1 + 20\%), \text{руб.}$$

$$Z_m = 17000 \cdot 1,3 \cdot (1 + 20\%) = 26520 (\text{руб.})$$

Месячный должностной оклад монтажника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{оклад}} \cdot 1,3 \cdot (1 + 20\%), \text{руб.}$$

$$Z_{\text{м}} = 15000 \cdot 1,3 \cdot (1 + 20\%) = 23400(\text{руб.})$$

Заработная плата из расчета за 1 час:

$$Z_{\text{час}} = \frac{Z_{\text{м}}}{21,8}, \text{руб.}$$

$$Z_{\text{час}} = \frac{26520}{168} = 157,9(\text{руб.})$$

Основная заработная плата исполнителей:

$$Z_{\text{осн.проект-ка.}} = Z_{\text{час}} \cdot \sum \text{часов}, \text{руб.}$$

$$Z_{\text{осн.проект-ка.}} = 157,9 \cdot 15 = 2367,9(\text{руб.})$$

$$Z_{\text{осн.монт-ка}} = Z_{\text{час}} \cdot \sum \text{часов}, \text{руб.}$$

$$Z_{\text{осн.монт-ка}} = 157,9 \cdot 6 = 947,4(\text{руб.})$$

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

$$Z_{\text{доп.проект-ка}} = Z_{\text{осн.проект-ка.}} \cdot 0,12, \text{руб.}$$

$$Z_{\text{доп.проект-ка}} = 2367,9 \cdot 0,12 = 284,148(\text{руб.})$$

$$Z_{\text{доп.монт-ка}} = Z_{\text{осн.монт-ка}} \cdot 0,12, \text{руб.}$$

$$Z_{\text{доп.монт-ка}} = 947,4 \cdot 0,12 = 113,688(\text{руб.})$$

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.

$$Z_{\text{внеб.проект-ка}} = (Z_{\text{осн.проект-ка.}} + Z_{\text{доп.проект-ка}}) \cdot 0,3, \text{руб.}$$

$$Z_{\text{внеб.проект-ка}} = (2367,9 + 284,148) \cdot 0,3 = 795,614(\text{руб.})$$

$$Z_{внеб.монтаж} = (Z_{осн.монтаж} + Z_{доп.монтаж}) \cdot 0,3, \text{руб.}$$

$$Z_{внеб.монтаж} = (947,4 + 113,688) \cdot 0,3 = 318,32(\text{руб.})$$

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.

$$Z_{накл.} = (Z_{осн.проект-ка.} + Z_{осн.монтаж}) \cdot 0,8, \text{руб.}$$

$$Z_{накл.} = (2367,9 + 947,4) \cdot 0,8 = 2652,24(\text{руб.})$$

Общие затраты на проект системы освещения речного теплохода на светодиодных элементах сведены в табл. 8.

Таблица 8 – Затраты на проекты систем освещения

Наименование	Светодиодное	Люминесцентное
Оборудование	37380	72530
Заработная плата	3713,13	3713,13
Отчисления во внебюджетные фонды	1113,9	1113,9
Накладные расходы	2652,24	2652,24
Монтаж	7120	7600
Итого	51979,27	87609,27

7.5.Определение эффективности исследования

В таблице 9 указано соотношение мощностей для светодиодов и люминесцентных ламп.

Таблица 9 – Сравнение мощностей люминесцентной лампы и светодиодов

Люминесцентная лампа, потребляемая мощность в Вт	Светодиодная лампа, потребляемая мощность в Вт	Световой поток, Лм
10-13 Вт	4 Вт	Около 400 Лм
15-16 Вт	8 Вт	Около 700 Лм
25-30 Вт	12-15 Вт	Около 1200 Лм
40-50 Вт	18-20 Вт	Около 1800 Лм
60-80 Вт	25-30 Вт	Около 2500 Лм

Объем потраченной электроэнергии при светодиодном освещении при среднем времени горения ламп в день, равном 8 часам:

$$W = P \cdot T, \text{кВт} \cdot \text{ч}$$

$$W = 365 \cdot 8 \cdot 0,428 = 1249,76 (\text{кВт} \cdot \text{ч})$$

Объем потраченной электроэнергии при люминесцентном освещении при среднем времени горения ламп в день, равном 8 часам:

$$W = P \cdot T, \text{кВт} \cdot \text{ч}$$

$$W = 365 \cdot 8 \cdot 1,035 = 3022,2 (\text{кВт} \cdot \text{ч})$$

В данном разделе была проведена оценка конкурентоспособности различных систем освещения для речного теплохода, были составлены таблицы затрат на два вида освещения: люминесцентное и светодиодное. Мы рассчитали стоимость проектирования и монтажа для двух систем освещения, которая получилась примерно одинаковой. Исходя из данных таблиц по затратам и по таблице конкурентоспособности можно сделать вывод, что наиболее подходящее для речного теплохода освещение - это светодиодное. Объем потраченной электроэнергии при светодиодном освещении меньше чем при люминесцентном освещении, также затраты на создание светодиодного освещения, чем на люминесцентное освещение, что говорит о выгоде установки светодиодного освещения. Главные преимущества ламп со светодиодами является их экономичность и большая

надежность. Они обеспечивают неплохую цветопередачу и при правильном выборе питающего драйвера малую пульсацию света.

8. Социальная ответственность

Целью данного раздела является анализ опасных и вредных факторов при работе с системой освещения речного теплохода, разработка требований и мероприятий по технике безопасности, анализ пожарной безопасности и выработка мероприятий, направленных на предотвращение ЧС и ликвидации их последствий.

8.1. Характеристика помещения

Судовые помещения для экипажа и пассажиров делятся на жилые, общественные, бытовые, хозяйственные и медицинские.

Основным типом жилых помещений на судах являются каюты. Командный состав размещается в одноместных каютах, а рядовой - в одно- или двухместных.

Жилые помещения оборудуют мебелью и инвентарем. Койки могут быть одно- или двухъярусные, устанавливают также стол, стулья и платяные шкафы.

На судах чаще всего применяют коридорную систему. Выходящие в коридор двери открываются внутрь кают, чтобы не стеснять движения людей по коридорам. Только двери общественных помещений должны открываться наружу, что ускоряет выход из этих помещений в случае аварии [12].

8.2. Анализ опасных и вредных факторов

Возможны следующие виды опасностей:

1. Опасные факторы:

- Возможность поражения электричеством;
- Возможность загорания (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.

8.3. Техника безопасности

Для обслуживания электрооборудования на судне должен иметься следующий комплект средств индивидуальной защиты:

- диэлектрические перчатки;
- диэлектрические галоши;
- изолирующие штанги;
- слесарно-монтажные инструменты с изолирующими рукоятками;
- указатели напряжения;
- изолирующие и электроизмерительные клещи;
- переносные защитные заземления, оградительные устройства, плакаты и знаки безопасности.

При работе в электроустановках разрешается применять только специальные диэлектрические перчатки, изготовленные в соответствии с требованиями технических условий. В электроустановках напряжением до 1000 В диэлектрические перчатки применяются как основное средство защиты, а в электроустановках напряжением выше 1000 В - как дополнительное [13].

Длина перчаток должна быть не менее 350 мм. При работе в диэлектрических перчатках нельзя подвертывать их края. Перчатки необходимо надевать поверх рукавов. Перчатки, находящиеся в эксплуатации, следует периодически (по местным условиям) дезинфицировать содовым или мыльным раствором. При использовании перчаток в холодное время вне помещения можно надевать под них тонкие шерстяные или хлопчатобумажные перчатки.

Запрещается пользоваться диэлектрическими перчатками при работах с аккумуляторами и на других работах, связанных с химическими реактивами и нефтепродуктами [13].

Диэлектрические боты и галоши должны изготавливаться только в соответствии с требованиями ГОСТ 13385-78, иметь специальную маркировку для отличия от бот и галош, предназначенных для других целей, и соответствовать размерам обуви обслуживающего персонала.

Диэлектрические перчатки, боты и галоши необходимо предохранять от механических повреждений, воздействия нефтепродуктов и других веществ, разрушающих резину.

Применять бытовую резиновую обувь (боты, галоши) как средство защиты при обслуживании судового электрооборудования запрещается.

8.4. Электропоражение

Причины и практические условия возникновения электропоражений, несмотря на их значительное количество, можно объединить в следующие 5 групп:

- прикосновение к оголенным токоведущим частям, находящимся под напряжением. При этом следует отличать проводящую часть электроустановки от ее токоведущей части. Проводящая часть – часть электроустановки, которая может проводить электрический ток. Токоведущая часть – проводящая часть электроустановки, находящаяся в процессе ее работы под рабочим напряжением, в том числе нулевой рабочий проводник (но не защитный PEN – проводник);
- прикосновение к корпусам электрооборудования и конструктивно связанных с ними металлическим предметам и сооружениям, которые нормально не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним вследствие повреждения изоляции проводов (кабелей). Указанные корпуса и металлические предметы в соответствии с терминологией, принятой в ПУЭ, относятся к открытым проводящим частям (ОПЧ). Открытая проводящая часть – доступная прикосновению проводящая часть

электроустановки, нормально не находящаяся под напряжением, но которая может оказаться под напряжением при повреждении основной изоляции. Открытую проводящую часть электроустановки не следует смешивать с понятием сторонняя проводящая часть, т. е. проводящая часть, не являющаяся частью электроустановки;

- прикосновение к отключенному, но электрически заряженному оборудованию (к конденсаторам, кабелям и т. п.);
- нахождение в недопустимой близости от места замыкания провода (кабеля) на землю. Например, к оборванному проводу, одним концом лежащему на земле, запрещается приближаться на расстояние менее 8 м во избежание попадания под шаговое напряжение;
- все поражения, связанные с действием электрической дуги и продуктов ее сгорания, а также с влиянием электрических и магнитных полей повышенной напряженности [14].

8.5. Микроклимат в помещении

1. Эти системы предназначены поддерживать в судовых жилых, служебных и специальных помещениях параметры воздуха, регламентированные Санитарными правилами для морских судов[2]. Характеристики воздуха судовых помещений, оптимальные для производительной работы и хорошего отдыха, определяются главным образом температурой и влажностью. Некоторые судовые помещения, а также отдельные приборы и аппараты для нормального функционирования должны получать определенное количество воздуха с заданными параметрами.

Рекомендуемые расчетные значения температур и влажности помещений морских судов приведены в табл. 10. Характерной особенностью внутренних помещений на судах являются их изолированность от наружного воздуха, небольшие размеры и относительно большое количество размещающихся в них людей.

Таблица 10. 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 общественные, бытового обслуживания, служебные помещения с постоянным пребыванием людей	20	25	20	22	23	25	Не 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 пожаротушения, помещения хладагента	—	Не более чем на 5 выше наружной расчетной					
ЦПУ	22	Не выше 28			Не выше 25		Не выше 28

2. Приточные системы искусственной вентиляции, если их воздухопроводы не используются для воздушного отопления, должны иметь подогрев воздуха в холодный период года. Приточные системы должны

иметь устройства для регулирования производительности в холодный период.

3. Организация воздухораспределения в каждом помещении должна обеспечить скорость движения воздуха в обитаемой зоне.

4. В каютах и пассажирских салонах должна быть предусмотрена возможность дорегулировки параметров микроклимата за счет изменения скорости движения воздуха в обитаемой зоне путем направления в нее струи воздуха из воздухораспределителя.

В каютах и пассажирских салонах, где предусматривается только естественный приток, дерегулирование может быть осуществлено с помощью настольных или потолочных вентиляторов.

5. В столовых и ресторанах расположение приточных вытяжных отверстий должно обеспечивать равномерную вентиляцию всего объема помещения.

6. Вытяжка из кают и пассажирских салонов, как правило, должна предусматриваться через дверные вентиляционные отверстия (решетки) в коридоры и тамбуры.

7. При проектировании искусственной вентиляции должны быть предусмотрены средства снижения шума с учетом обеспечения в жилых и общественных помещениях уровней шума.

8.6. Освещенность

В соответствии с правилами Речного Регистра по своему назначению электрическое освещение судов делится на: а) нормальное; б) аварийное; в) переносное; г) иллюминационное [12].

Нормальным называется обычное освещение верхних палуб и помещений судна.

Аварийным называется освещение, действующее при аварийном отключении нормального освещения.

Переносным называется местное освещение, применяемое для временного усиления освещенности при осмотре и ремонте механизмов и т. д.

Иллюминационное освещение служит для декоративных целей и праздничного ночного украшения судов.

Таблица 10- Нормы освещенности

N п/п	Помещение, рабочее место	Рабочая поверхность	Плоскость, в которой нормирует- ся освещенность	Минимальная освещенность, лк						Пока- за- тель ос- леп- лен- ности (Р) не более	Коеф- фици- ент пуль- сации осве- щен- ности (Кп) не более
				при люминесцент- ных лампах			при ламах накали- вания				
				комбинир. освещение		общее осве- щение	комбинир. освещение		общее осве- щение		
				общее + мест.	общее		общее + мест.	общее			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Машинные отде- ления, помеще- ния вспомога- тельных двига- телей, помеще- ния распредели- тельных щитов, постов управле- ния	на палубе шкалы при- боров глав- ных и вспо- могательных двигателей ступеньки трапа шкалы при- боров ГРЩ за пультами ГРЩ	горизонт. вертик. горизонт. вертик. вертик.			100 500 75 300 200			50 300 30 200 150	60 - - 60 60	10 10 - 10 20
2.	Котельные отде- ления	на палубе шкалы при- боров кот- лов	горизонт. вертик.			100 300			50 200	- -	- 15
3.	Рефрижератор- ные, гидроком- пасные, рум- пельные, агре- гатные отделе- ния, насосные отделения тан- керов	на палубе шкалы при- боров	горизонт. вертик.			75 100			30 50	- -	- 20
4.	Аккумуляторные	на палубе на стелла- жах	горизонт. вертик.			75 100			30 50	- -	- -
5.	Мастерские	0,8 м от палубы на верста- ке, тисках на токар- ном и свер- лильном станках	горизонт. горизонт. горизонт.	300 1500 1500	150 150 150		300 750 750	50 75 75		40 - -	15 15 15
6.	Шкиперские и др. кладовые	на палубе	горизонт.			50			20	-	-
7.	Рулевые рубки	0,8 м от палубы	горизонт.			75			30	-	-

8.	Штурманские, радиорубки и трансляционные узлы	0,8 м от палубы на столах на шкалах	горизонт. горизонт. вертик.	400	150	100 750	400	50	50 400	20 -	20 15 15
9.	Амбулатории, изоляторы	0,8 м от палубы на столах	горизонт. горизонт.	500 500	200 200		300 300	100 100		60 -	10 10
10.	Парикмахерские	0,8 м от палубы	горизонт.			300			150	60	10
11.	Прачечные, душевые, раздевалки	на палубе	горизонт.						30	-	-
12.	Камбузы	0,8 м от палубы на раздельных столах	горизонт. горизонт.			200 300			100 150	60 -	20 -
13.	Кают-компании, столовые, рестораны, буфеты	на столах	горизонт.			200			100	60	20
14.	Красные уголки, библиотеки, читальни	на столах	горизонт.	300	150		200	50		40	10
15.	Салоны отдыха, музыкальные салоны	0,8 м от палубы	горизонт.			150			75	60	-
16.	Каюты	0,8 м от палубы на столах у надкоечного светильника на расстоянии 0,5 м на поверхности зеркала	горизонт. горизонт. вертик. вертик.	300 300 200	150 150 100		200 200 150	50 50 50	- - -	- - -	- - -
17.	Вестибюли, коридоры	на палубе	горизонт.			75			30	-	-
18.	Трапы	на палубе	горизонт.			50			20	-	-
19.	Грузовые трюмы	на палубе	горизонт.			30			20	-	-
20.	Грузовые палубы во время грузовых операций без грузовых операций	на палубе на палубе	горизонт. горизонт.			50 10			30 5	- -	- -
21.	Наружные трапы, проходы и заборные трапы	на палубе	горизонт.			20			10	-	-
22.	Места расположения спасательных шлюпок	на палубе	горизонт.			20			10	-	-
23.	Забортное пространство спуска спасательных шлюпок	на уровне ватерлинии	горизонт.			10			5	-	-

При применении системы комбинированного освещения освещенность, получающаяся от источников света общего освещения, должна равняться:

а) на рабочих поверхностях не менее 25% наименьшей освещенности рабочих поверхностей, получающейся от совместного действия общего и местного освещения;

б) на уровне 0,8 м от палубы (в горизонтальной плоскости) не менее 1,5 м вправо и влево от работающего и 2 м впереди от него не менее 10 люксов.

Трапы должны освещаться так, чтобы поднимающимся или опускающимся по трапу не было видно светящихся частей ламп и колпаков для лучей зрения под углом 14° и менее над горизонтом.

Лампы, применяемые для освещения мест погрузочных работ, должны находиться вне поля зрения работающих. Расположение световых точек в грузовых помещениях должно обеспечивать хорошую освещенность грузовых проходов и люков.

8.7. Пожарная безопасность

Помещения речного теплохода по взрыво-пожароопасности относятся к категории «В».

Обеспечить пожарную безопасность на водном транспорте любого назначения очень важно [15]. 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.

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.

Пожарная характеристика судов определяется их типом, назначением, районом плавания, способом движения, материалом корпуса и надстройки, наличием горючего материала, скрытых путей распространения дыма и огня, пожароопасностью перевозимого груза, наличием источника возможного возникновения пожара, пассажирами, состоянием пожарной техники, уровнем пожарной подготовки членов экипажа и т. д.

Весь горючий материал внутри надстройки находится под стальной оболочкой крыши и наружных стен. Это затрудняет тушение пожара [16].

Наличие пассажиров на борту судов увеличивает пожарную опасность в связи с применением ими открытого огня (курение, применение бытовых нагревательных приборов).

В качестве изоляционного материала на многих судах применены асбодревесные плиты и крошенная пробка. Количество дерева в составе судна до 9 т. Запас топлива в бортовых и днищевых цистернах составляет до 145 т и масла до 6 т.

Размещенные в надстройке на главной палубе, в кормовой части жилые каюты экипажа, камбуз, столовая могут быть источниками первоначального очага пожара вследствие применения в них открытого огня.

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.

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.

8.8. Защита окружающей среды от процессов

Сохранение природной среды является одной из наиболее актуальных проблем, стоящих перед современным человечеством. Воздействие человека на среду своего обитания односторонне направлено на эксплуатацию природных богатств и поэтому издавна вело к нарушению равновесия между различными взаимосвязанными природными процессами. В результате осуществления мероприятий по охране окружающей среды за последние годы на судах, портах и других объектах морского и речного флота

проводится большая работа по предотвращению загрязнения водной среды вследствие судоходства [18].

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:

В настоящее время в связи с интенсивным развитием судоходства в России продолжается ухудшение качества воды малых и крупных рек. Эксплуатация качественно нового флота: с мощными энергетическими установками, высокими грузоподъемностью, пассажировместимостью и скоростью невозможна без решения проблем утилизации судовых отходов, которые неизбежно образуются на борту при проведении общесудовой деятельности. В их числе судовые сточные воды.

Предотвращение загрязнения мусором с судов может быть осуществлено несколькими путями: накоплением мусора с последующей сдачей его во внесудовые приёмные сооружения или сбросом в море с соблюдением действующих правил, размельчением мусора и сбросом его за борт, утилизацией мусора в специальных установках до безвредной золы.

Суда и их энергетические установки загрязняют атмосферу выхлопными газами, в которых содержится более 200 вредных соединений. Очистка отработавших газов судовых энергетических установок является важной задачей при решении комплексной проблемы окружающей среды.

8.9. Средства защиты от вредных факторов судовой среды

8.9.1. Средства защиты от шума и вибрации

Разработку документации по ограничению шума в судовых помещениях следует выполнять на всех стадиях проектирования судна и предусматривать защиту от шума, создаваемого основными источниками: главными двигателями, дизель-генераторами, судовыми движителями, навигационным и радиооборудованием, системами вентиляции и кондиционирования воздуха [17].

Разработку документации по ограничению вибрации в судовых помещениях следует выполнять на стадии технического проекта и предусматривать защиту от вибрации, создаваемой неуравновешенными главными двигателями, дизель-генераторами и гребными винтами.

Комплекс противошумовых и противовибрационных мероприятий должен включать общепроектные и конструктивные средства защиты.

В качестве общепроектных средств защиты предусматриваются следующие мероприятия.

1. Выбор главных двигателей, дизель-генераторов, компрессоров, вентиляторов и т.п. с лучшими виброакустическими характеристиками.

2. Рациональное расположение помещений, при котором помещения, нормируемые по шуму и вибрации, максимально возможно удалены от источников шума и вибрации, а между ними размещаются помещения, где шум и вибрация не нормируются (необитаемые помещения) или допускаются относительно высокие их значения (помещения с периодическим пребыванием людей).

3. Дистанционное управление работой машин и механизмов, создающих повышенные уровни шума и вибрации, что позволяет удалять людей из зон с высоким уровнем шума и вибрации.

В качестве конструктивных средств защиты предусматриваются следующие мероприятия.

1. Звукоизоляция и виброизоляция источников шума и помещений, нормируемых по шуму;

2. Звукопоглощение в помещениях с источниками шума;

3. Вибродемпфирование перекрытий в районе источников шума и помещений;

4. Специальные меры снижения шума систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

В составе проекта судна должны быть расчеты ожидаемых уровней шума и вибрации, подтверждающие достаточность предусмотренного комплекса противошумовых и противовибрационных мероприятий.

В составе раздела проекта, посвященного средствам снижения шума и вибрации в судовых помещениях, должны быть разработаны мероприятия по снижению внешнего шума судна, обеспечивающие его внешние шумовые характеристики в соответствии с ГОСТ 17.2.4.04-82 (п. 1.4.19).

8.9.2. Средства защиты от электромагнитных излучений радиочастотного диапазона

1. При проектировании ходовых и радиорубок и оснащении судов средствами радиосвязи, радионавигации и радиолокации должны предусматриваться средства защиты от электромагнитных излучений радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ) [3].

Предусмотренные средства защиты должны обеспечить нормируемые значения напряженности электрического поля (E , В/м), напряженности магнитного поля (H , А/м), плотности потока энергии (ППЭ, мкВт/см²).

2. Нормируемые значения ЭМИ РЧ регламентируются СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 (п. 1.4.11).

3. При проектировании радиорубок и средств радиосвязи должны предусматриваться следующие средства защиты.

1. Передатчики, кроме аварийных, должны устанавливаться в смежных с радиорубкой помещениях и иметь пульта дистанционного управления.

2. Радиопередающие устройства и радиостанции, устанавливаемые в ходовой рубке, в том числе переносная аппаратура, должны иметь эффективную экранировку высокочастотных блоков и не создавать ЭМИ РЧ, превышающие допустимую интенсивность.

3. Фидеры среднечастотных передающих антенн внутри помещения должны быть экранированы металлическим кожухом; для высокочастотных трактов передатчиков следует применять экранированный кабель.

4. Антенные переключатели должны быть экранированного типа.

4. При проектировании радиолокационных станций (РЛС) и их антенных систем следует предусматривать следующие мероприятия.

1. Приемопередатчики РЛС должны размещаться в специально предназначенных помещениях (агрегатных).

2. Размещение антенн следует предусматривать таким образом, чтобы на открытых палубах, где возможно нахождение судового персонала, ППЭ ЭМИ была возможно меньшей.

3. Если при принятом размещении антенн не обеспечивается допустимая ППЭ ЭМИ, предусматриваются защитные экраны.

4. Если предусмотренные проектные и конструктивные меры недостаточны, в составе проекта разрабатывается специальная Инструкция, в которой предусматривается оповещение о работе РЛС и об удалении людей из районов, где ППЭ ЭМИ выше допустимых значений.

8.9.3. Средства защиты от инфракрасного излучения

1. При проектировании машинных помещений и камбуза должны быть предусмотрены средства защиты от воздействия длинноволнового инфракрасного излучения, источником которого являются нагретые поверхности [17].

2. Интенсивность инфракрасного излучения в районе рабочих мест, согласно СанПиН 2.2.4.548-96 (п. 1.4.20), с учетом облучения не более 25% поверхности тела, не должна превышать 100 Вт/м².

3. Для достижения в районе рабочих мест интенсивности инфракрасного излучения, указанной в п. 2.3.3.2, температура на поверхности изоляции светло-серого цвета не должна превышать 45°C.

4. Изоляция нагретых поверхностей должна предусматриваться в соответствии с ГОСТ 12.4.123-83 (п. 1.4.23). На фланцевых соединениях трубопроводов, по которым транспортируются нагретые жидкости и газы, следует предусматривать съемную теплоизоляцию.

8.10. Предотвращение ЧС и ликвидация их последствий

Основными причинами пожаров на маломерных судах являются: неосторожное и небрежное обращение с открытым огнем; воспламенение и взрывы топлива; неисправность электрооборудования и нарушение правил его эксплуатации [18].

Существует два основных способа тушения: поверхностный и объемный.

Поверхностный способ тушения предусматривает действие огнегасительных веществ на поверхность горючего материала.

При объемном способе огнегасительные вещества вводятся в герметизируемое помещение, в котором возник или может возникнуть пожар.

Применение воды при тушении пожаров известно хорошо. Маломерные суда в отличие от больших морских и речных судов не оборудуются стационарными системами пожаротушения, поэтому основным способом доставки воды к очагу возгорания на катере и лодке служит зачерпывание ее ведром и заливание огня. Современные большие прогулочные суда и яхты имеют как переносные средства, так и стационарные противопожарные системы водотушения, пенотушения, паротушения и даже системы с применением инертных газов и легкоиспаряющихся жидкостей. К недостаткам использования воды при тушении пожаров следует отнести то, что водой нельзя тушить загоревшееся электрооборудование под напряжением, а также порча от воды некоторых предметов и судового оборудования.

При возгорании электрооборудования его необходимо немедленно обесточить. Для тушения горящего генератора и иного электрооборудования, находящегося под напряжением, используются углекислотные огнетушители, другие средства не рекомендуются. Углекислый газ не влияет на снижение сопротивления изоляции электрооборудования.

При возникновении очага возгорания на маломерном судне судоводителю рекомендуется:

- Немедленно заглушить двигатель и расположить судно так, чтобы огонь и искры ветром относил в сторону от легковоспламеняющихся и горючих материалов, находящихся на судне.
- Отдать команду находящимся на борту людям одеть спасательные жилеты.
- Быстро принять решение о способе тушения очага возгорания и использовать находящиеся на судне противопожарные средства ("покрывала", огнетушитель, вода и др.).
- Четко отдавать указания находящимся на борту людям (если этого требуют обстоятельства) по оказанию помощи в тушении пожара и не допустить среди них паники.
- В случае невозможности локализовать и потушить пожар отдается команда покинуть судно, подается сигнал бедствия и запрашивается помощь по радио (если есть радиостанция).

При этом, учитывая влияние ветра, нужно постараться отплыть как можно дальше от покинутого судна и стараться держаться в воде недалеко друг от друга. Это позволит оказывать необходимую помощь друг другу до подхода спасателей или во время самостоятельного движения к берегу (острову, отмели и т.п.). При оставлении горящего катера (мотолодки), яхты необходимо позаботиться о том, чтобы за борт своевременно были брошены спасательные круги, свободные жилеты и другие плавающие предметы, которые можно использовать для спасения. Кроме того, судоводителю следует обеспечить взятие с судна хотя бы спичек, медицинской аптечки (рекомендуется хранить на судне в водонепроницаемой упаковке) и ножа, которые могут пригодиться в дальнейшем [18].

Заключение

В результате работы над ВКР была разработана система освещения речного теплохода на светодиодных элементах: рассчитано освещение для помещений, выбраны светильники, посчитана мощность потребления.

В ходе работы над проектом был получен опыт в разработке системы освещения.

Список используемой литературы

1. Соловьев Н.Н. Самулеев В.И. Судовые электроэнергетические системы. - М.: Транспорт, 1991г.
2. Справочник судового электротехника. Под ред. Г. И. Китаенко. В 3-х томах. - Л.: Судостроение, 1980г.
3. Лейкин В.С., Михайлов В.А. Автоматизированные электроэнергетические системы промысловых судов. - М.: Агропромиздат, 1987г.
4. Баранов А.П. Судовые автоматизированные электроэнергетические системы. - М.: Транспорт, 1988г.
5. Колодяжный В.В. Горбулев Ю.Н., Титов В.В. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЧАСТИ СУДОВЫХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ. Изд-во КМТИ, 2000
6. Коновалов, Б.И. Электропитание ЭВМ: учебное пособие / Б.И. Коновалов. - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007. - 177с.
7. Климов, В. Современные источники бесперебойного питания: классификация и структуры однофазных ИДП. Часть 1 / В. Климов - Журнал «Электронные компоненты», №6, 2008.
8. Хрусталева, Д.А. Аккумуляторы / Д.А. Хрусталева. - М.: Изумруд, 2003. - 224 с
9. Козюков Д. А. Солнечные фотоэлектрические системы для качественного и надежного электроснабжения сельскохозяйственных потребителей / Д. А. Козюков, Б. К. Цыганков // Возобновляемые источники энергии: Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием и IX научной молодежной школы. — М.: Университетская книга, 2014. — С. 161–167.
10. Ирвинг М., Готтлиб. Источники питания. Инверторы, конверторы, линейные и импульсные стабилизаторы.. — 2-е изд. — М.: Постмаркет, 2002. — 544 с.

11. И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина З.В. Криницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.
12. Нормы искусственного освещения на судах речного флота от 14.08.79
13. Правила пожарной безопасности на судах внутреннего водного транспорта российской федерации (утв. Приказом Минтранса РФ от 24 декабря 2002 г. N 158) (с изменениями от 22 апреля 2003 г.)
14. ГОСТ Р 12.1.019-2009 система стандартов безопасности труда. Электробезопасность.
15. ГОСТ Р МЭК 61140-2000 защита от поражения электрическим током. Общие положения по безопасности, обеспечиваемой электрооборудованием и электроустановками в их взаимосвязи
16. Долин П.А. справочник по технике безопасности. – 6е изд., переработанное и доп. – м.: Энергоатомиздат, 1984. – 824 с.
17. Постановление правительства РФ от 03.09.2010 №681. «Об утверждении правил обращения с отходами производства и потребления в части осветительных устройств».
18. Гост 12.1.004-91, сс5т. «Пожарная безопасность. Общие требования».