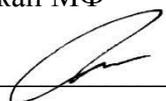


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Мореходный факультет

Кафедра «Энергетические установки и электрооборудование судов»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан МФ

 /С.Ю. Труднев/

«31» января 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Судовые автоматизированные электроэнергетические системы»**

по специальности

26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»  
(уровень специалитет)

специализация: «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

квалификация: инженер-электромеханик

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО по специальности 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики» (уровень специалитета), учебного плана подготовки специалистов, принятого на заседании ученого совета ФГБОУ ВО «КамчатГТУ» 31.01.2024 г., протокол № 5 и в соответствии с требованиями Конвенции ПДНВ (ПравилоШ/6 МК ПДНВ с поправками, Раздел А-Ш/6).

Составитель рабочей программы  
Старший преподаватель кафедры «ЭУЭС»



Ястребов Д.П.

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «ЭУЭС»  
«15» декабря 2023 г, протокол № 4

Заведующий кафедрой «ЭУЭС» к.т.н., доцент

«31» января 2024 г.



Белов О.А.

## 1. Цель и задачи учебной дисциплины

Судовые автоматизированные электроэнергетические системы (САЭЭС), предназначенные для решения задач производства, распределения и потребления электрической энергии, являются централизованным электроэнергетическим комплексом, включающим в свой состав большое количество взаимосвязанных элементов. Высокий уровень электрооснащенности современных судов выдвигает в число важнейших задачу бесперебойности генерирования и распределения электроэнергии нужного количества и качества.

**Цель** изучения дисциплины «Судовые автоматизированные электроэнергетические системы» – сформировать у курсантов (студентов) инженерные знания в области судовой электроэнергетики такого уровня, который позволил бы обеспечить бесперебойное электроснабжение судна, минимальное время поиска неисправности и устранения отказа как в силовой сети, так и в современных микропроцессорных системах управления электроэнергетическими установками.

Основные **задачи** курса:

- изучение принципов построения и функционирования судовой электроэнергетической системы;
- изучение физических процессов протекающих в судовой электроэнергетической системе в статических и динамических режимах работы;
- изучение параллельной работы генераторов, как основного режима функционирования судовой электроэнергетической системы, в процессе выполнения судном основных технологических операций;
- изучение принципов автоматического управления и регулирования параметров судовой электростанции;
- изучение схем построения и управления судовыми автоматизированными электроэнергетическими системами;
- приобретение опыта расчета и выбора основных элементов судовой электроэнергетической системы.

В процессе обучения необходимо стремиться к формированию способности курсантов и студентов самостоятельно решать технические вопросы, возникающие при эксплуатации и техническом обслуживании судового электропривода, на основе полученных теоретических и практических навыков.

## 2. Требования к результатам освоения дисциплины

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики», выпускник должен обладать следующими **ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**:

1. Способен осуществлять безопасное техническое использование, техническое обслуживание, диагностирование судового электрооборудования, электроники и электротехнических средств автоматики машинного отделения, включая системы управления главной двигательной установки, вспомогательных механизмов, гребной электрической установки и электростанции. **(ПК-1)**.

2. Способен осуществлять безопасное техническое использование, техническое обслуживание, диагностирование судового электрооборудования, электроники и электротехнических средств автоматики на ходовом мостике, включая электрорадионавигационные системы, системы судовой связи, судового технологического и бытового оборудования. **(ПК-2)**.

3. Способен осуществлять безопасное техническое использование, техническое обслуживание, диагностирование судового электрооборудования, электроники и электротехнических средств автоматики палубных механизмов, тралового и грузоподъемного оборудования. **(ПК-3)**.

4. Способен осуществлять ремонт электрооборудования, электротехнических средств автоматики, навигации и связи судна **(ПК-5)**.

Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины (знать, уметь, владеть), соот-

несенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенция или ее часть), представлены в табл. 1.

Таблица 1

ПК-1	способен осуществлять безопасное техническое использование, техническое обслуживание, диагностирование судового электрооборудования, электроники и электротехнических средств автоматики машинного отделения, включая системы управления главной двигательной установки, вспомогательных механизмов, гребной электрической установки и электростанции.	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> . Знает устройство (конструкцию) электрооборудования и устройств автоматики ИД-2 <sub>ПК-1</sub> . Знает гребные электрические установки судов, электродвигатели и системы управления ИД-3 <sub>ПК-1</sub> . Знает высоковольтные технологии, включая специальный тип высоковольтных систем и опасности, связанные с рабочим напряжением более 1000 вольт ИД-4 <sub>ПК-1</sub> Умеет анализировать параметры технического состояния электрооборудования ИД-5 <sub>ПК-1</sub> Умеет работать с технической документацией по эксплуатации электрооборудования и автоматики	<b>Знать:</b> – устройство, принцип действия и техникоэксплуатационные характеристики отдельных элементов и системы в целом; – физические процессы и свойства судовой электроэнергетической системы в статических и динамических режимах работы; – принципы управления и автоматизации судовой электроэнергетической системы; – организацию технической эксплуатации, технического обслуживания и ремонта судовой электроэнергетической системы; – основы безопасной эксплуатации и требования Регистра, предъявляемые к судовой электроэнергетической системе и ее элементам.	З(ПК-1)1  З(ПК-1)2  З(ПК-1)3  З(ПК-1)4  З(ПК-1)5
			<b>Уметь:</b> – выбирать состав действующих технических средств и режим работы судовой электроэнергетической системы в зависимости от производственной необходимости и режима работы судна; – оценивать режим работы и техническое состояние работающих элементов электроэнергетической системы по контрольным параметрам и косвенным характеристикам их работы; – управлять процессом работы судовой электроэнергетической системы в ручном и автоматическом режиме; – осуществлять поиск и устранение неисправностей, организовывать техническое обслуживание и ремонт элементов судовой электроэнергетической системы.	У(ПК-1)1  У(ПК-1)2  У(ПК-1)3  У(ПК-1)4
			<b>Владеть:</b> – эксплуатацией судовой электроэнергетической системы и ее элементов; – управленем режимами работы судовой электроэнергетической системы; – построением и чтением электрических схем; – использованием технической документации и ведения судовой эксплуатационной документации.	В(ПК-1)1  В(ПК-1)2  В(ПК-1)3  В(ПК-1)4

ПК-2	способен осуществлять безопасное техническое использование, техническое обслуживание, диагностирование судового электрооборудования, электроники и электротехнических средств автоматики на ходовом мостике, включая электрорадионавигационные системы, системы судовой связи, судового технологического и бытового оборудования	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> . Знает устройство (конструкцию) электрооборудования и устройств автоматики ИД-2 <sub>ПК-2</sub> . Знает назначение и технические характеристики электрооборудования и устройств автоматики, электрорадионавигационных систем, судового технологического и бытового оборудования ИД-3 <sub>ПК-2</sub> . Умеет анализировать параметры технического состояния электрооборудования ИД-4 <sub>ПК-2</sub> . Умеет работать с технической документацией по эксплуатации электрооборудования и автоматики	<b>Знать:</b> – современные методы диагностики и ремонта электрического и электронного оборудования.	<b>З(ПК-2)1</b>
			<b>Уметь:</b> – проводить сбор и анализ данных о режимах работы судового электрооборудования.	<b>У(ПК-2)1</b>
			<b>Владеть:</b> – способностью к переоценке накопленного опыта, анализу своих возможностей, самообразованию и постоянному совершенствованию в профессиональной, интеллектуальной, культурной и нравственной деятельности.	<b>В(ПК-2)1</b>
ПК-3	способен осуществлять безопасное техническое использование, техническое обслуживание диагностирование судового электрооборудования, электроники и электротехнических средств автоматики палубных механизмов, тралового и грузоподъемного оборудования	ИД-1 <sub>ПК-3</sub> . Знает устройство (конструкцию) электрооборудования и устройств автоматики ИД-2 <sub>ПК-3</sub> . Знает назначение и технические характеристики электрооборудования и устройств автоматики палубных механизмов, тралового и грузоподъемного оборудования ИД-3 <sub>ПК-3</sub> . Умеет анализировать параметры технического состояния электрооборудования ИД-4 <sub>ПК-3</sub> . Умеет работать с технической документацией по эксплуатации электрооборудования и автоматики	<b>Знать:</b> – принцип работы судовых автоматизированных электроэнергетических систем и обслуживающих ее систем; – основные принципы и правила подготовки судовых автоматизированных электроэнергетических систем к действию; – основные принципы диагностирования и алгоритмы поиска неисправностей судовых автоматизированных электроэнергетических систем	<b>З(ПК-3)1</b>  <b>З(ПК-3)2</b>  <b>З(ПК-3)3</b>
			<b>Уметь:</b> – читать электрические схемы; – находить неисправность в системе; – осуществлять управление системы	<b>У(ПК-3)1</b> <b>У(ПК-3)2</b> <b>У(ПК-3)3</b>
			<b>Владеть:</b> – навыками эксплуатации судовых автоматизированных электроэнергетических систем; – основными положениями правил технической эксплуатации механизмов и систем	<b>В(ПК-3)1</b>  <b>В(ПК-3)2</b>
ПК-5	способен осуществлять ремонт электрооборудования, электротехнических средств автоматики, навигации и связи судна	ИД-1 <sub>ПК-5</sub> . Знает системы электрооборудования, электротехнических средств автоматики, навигации и связи судна ИД-2 <sub>ПК-5</sub> . Знает системы автоматического управления вспомогательных котлов	<b>Знать:</b> – устройство, принцип действия и техникоэксплуатационные характеристики отдельных элементов и системы в целом; – физические процессы и свойства судовой электроэнергетической системы в статических и динамических режимах работы;	<b>З(ПК-5)1</b>  <b>З(ПК-5)2</b>

		<p>ИД-3<sub>ПК-5</sub>. Знает системы автоматического регулирования напряжения и частоты судовой электростанции, параллельной работы и распределения активных и реактивных нагрузок</p> <p>ИД-4<sub>ПК-5</sub>. Знает систему автоматики и обслуживания механизмов гребной электрической установки и электростанций, действие и величина установок защит основного оборудования, особенности стояночных, пусковых и рабочих режимов резервного и аварийного оборудования, правила перевода питания потребителей с судовых источников электроэнергии на береговые и наоборот</p> <p>ИД-5<sub>ПК-5</sub>. Знает системы автоматического управления рулевым комплексом</p> <p>ИД-6<sub>ПК-5</sub>. Знает системы управления грузовыми операциями, палубными механизмами и грузоподъемными механизмами</p> <p>ИД-7<sub>ПК-5</sub>. Умеет устранять дефекты и отказы в работе электрооборудования</p> <p>ИД-8<sub>ПК-5</sub>. Умеет выполнять ремонт судового высоковольтного электрооборудования</p> <p>ИД-9<sub>ПК-5</sub>. Владеет навыками проведения планового и текущего ремонта электрооборудования, электротехнических средств автоматики, навигации и связи судна</p>	<p>– принципы управления и автоматизации судовой электроэнергетической системы;</p> <p>– организацию технической эксплуатации, технического обслуживания и ремонта судовой электроэнергетической системы;</p> <p>– основы безопасной эксплуатации и требования Регистра, предъявляемые к судовой электроэнергетической системе и ее элементам.</p> <p>– основные законы, применяемые в теории электрических аппаратов; условные обозначения элементов аппаратов в электрических схемах согласно ЕСКД</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>– выбирать состав действующих технических средств и режим работы судовой электроэнергетической системы в зависимости от производственной необходимости и режима работы судна;</p> <p>– оценивать режим работы и техническое состояние работающих элементов электроэнергетической системы по контрольным параметрам и косвенным характеристикам их работы;</p> <p>– управлять процессом работы судовой электроэнергетической системы в ручном и автоматическом режиме;</p> <p>– осуществлять поиск и устранение неисправностей, организовывать техническое обслуживание и ремонт элементов судовой электроэнергетической системы</p> <p>– производить необходимые расчёты для выбора аппаратов</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>– навыками эксплуатации судовой электроэнергетической системы и ее элементов;</p> <p>– навыками управления режимами работы судовой электроэнергетической системы;</p> <p>– навыками построения и чтения электрических схем;</p> <p>– использования технической документации и ведения судовой эксплуатационной документации.</p> <p>– навыками настройки, проверки и диагностики неисправностей электрических аппаратов</p>	<p><b>З(ПК-5)3</b></p> <p><b>З(ПК-5)4</b></p> <p><b>З(ПК-5)5</b></p> <p><b>З(ПК-5)6</b></p> <p><b>У(ПК-5)1</b></p> <p><b>У(ПК-5)2</b></p> <p><b>У(ПК-5)3</b></p> <p><b>У(ПК-5)4</b></p> <p><b>У(ПК-5)1</b></p> <p><b>В(ПК-5)1</b></p> <p><b>В(ПК-5)2</b></p> <p><b>В(ПК-5)3</b></p> <p><b>В(ПК-5)4</b></p> <p><b>В(ПК-5)5</b></p>
--	--	---	--	---

Спецификация минимального стандарта компетентности в соответствии с Конвенцией ПДНВ-78 (Правила III/6 МК ПДНВ-78 с поправками, раздел А-III/6), функция: Электрооборудование, электронная аппаратура и системы управления на уровне эксплуатации представлена в табл. 2.

Таблица 2

Сфера компетентности	Знание, понимание и профессиональные навыки	Методы демонстрации компетентности	Критерии для оценки компетентности
Наблюдение за эксплуатацией электрических и электронных систем, а также систем управления.	<p>Начальное понимание работы механических систем, включая:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>.1 первичные двигатели, в том числе главную двигательную установку;</li> <li>.2 вспомогательные механизмы в машинном отделении;</li> <li>.3 системы управления рулем;</li> <li>.4 системы обработки грузов;</li> <li>.5 палубные механизмы;</li> <li>.6 бытовые судовые системы.</li> </ul> <p>Начальное знание теплопередачи, механики и гидромеханики.</p> <p><i>Знание следующего:</i></p> <p>Электрические распределительные щиты и электрооборудование.</p> <p>Основы автоматики, автоматических систем и технологии управления.</p> <p>Приборы, сигнализация и следящие системы.</p>	<p>Экзамен и оценка результатов подготовки, полученной в одной или нескольких из следующих форм:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>.1 одобренный опыт работы;</li> <li>.2 одобренный опыт подготовки на учебном судне;</li> <li>.3 одобренная подготовка на тренажере, где это применимо;</li> <li>.4 одобренная подготовка с использованием лабораторного оборудования.</li> </ul>	<p>Эксплуатация оборудования и систем соответствует руководствам по эксплуатации. Рабочие характеристики соответствуют техническим спецификациям.</p>
Эксплуатация генераторов и распределительных систем.	<p>Соединение, распределение нагрузки и переключение генераторов.</p> <p>Соединение и отсоединение распределительных щитов и распределительных пультов.</p>	<p>Экзамен и оценка результатов подготовки, полученной в одной или нескольких из следующих форм:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>.1 одобренный опыт работы;</li> <li>.2 одобренный опыт подготовки на учебном судне;</li> <li>.3 одобренная подготовка на тренажере, где это применимо;</li> <li>.4 одобренная подготовка с использованием лабораторного оборудования.</li> </ul>	<p>Операции планируются и выполняются в соответствии с руководствами по эксплуатации, установленными правилами и процедурами, обеспечивающими безопасность операций.</p> <p>Электрические распределительные системы могут быть поняты и объяснены с помощью чертежей/ инструкций.</p>
Техническое обслуживание и ремонт электрического и электронного оборудования).	<p>Конструкция и работа электрического контрольно-измерительного оборудования.</p> <p>Функционирование и рабочие испытания следующего оборудования и его конфигурация:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>.1 системы слежения;</li> <li>.2 устройства автоматического управления;</li> <li>.3 защитные устройства.</li> </ul> <p>Прочтение электрических и простых электронных схем.</p>	<p>Оценка результатов подготовки, полученной в одной или нескольких из следующих форм:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>.1 одобренная подготовка в мастерских;</li> <li>.2 одобренные практический опыт и проверки;</li> <li>.3 одобренный опыт работы;</li> <li>.4 одобренный опыт подготовки на учебном судне.</li> </ul>	<p>Меры безопасности при работе соблюдаются надлежащим образом</p> <p>Ручные инструменты, измерительные приборы и контрольно-измерительное оборудование выбираются и используются надлежащим образом, и толкование результатов точное.</p> <p>Разборка, осмотр, ремонт и сборка оборудования производятся в соответствии с наставлениями и хорошей практикой. Сборка и рабочие испытания производятся в соответствии с наставлениями и хорошей практикой.</p>

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Судовые автоматизированные электроэнергетические системы» (САЭЭС) (Б1.В.21) относится к части, формируемой участниками образовательных отношений в структуре основной профессиональной образовательной программы, обеспечивает подготовку курсантов и студентов в области электроснабжения. Дисциплина изучается после изучения основных фундаментальных дисциплин и включает лекции, практические и лабораторные занятия и самостоятельную работу, а для студентов заочной формы обучения выполнение контрольной работы.

Данная дисциплина базируется на совокупности таких дисциплин, как «Основы технической эксплуатации судового электрооборудования и средств автоматизации», «Элементы и функциональные устройства судовой автоматики», «Судовые электрические машины», «Судовые электроприводы», «Судовая электроника и силовая преобразовательная техника».

Знания, умения и навыки, полученные студентами в ходе изучения дисциплины «Судовые автоматизированные электроэнергетические системы» должны служить базой при изучении дисциплин «Ремонт и монтаж судового электрооборудования и средств автоматики», «Основы расчета и проектирования СЭС», «Тренажерная подготовка», «Системы управления энергетическими и техническими процессами», «Техническая эксплуатация судна», «Моделирование судового электрооборудования и средств автоматизации».

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1 Тематический план дисциплины

Тематический план дисциплины по очной форме обучения представлен в виде табл. 3.

Таблица 3

4 семестр (факультатив)								
Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Общие сведения о САЭЭС	17	13	3	10		4	Контроль СРС, защита практических и лабораторных работ	
Судовые электрические станции	7	5	1	4		2		
Судовые электрические сети	7	5	1	4		2		
Переходные процессы	5	3	1	2		2		
<i>Зачет</i>							Опрос	
<b>Всего</b>	<b>36</b>	<b>26</b>	<b>6</b>	<b>20</b>		<b>10</b>		
9 семестр								
Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Общие сведения о САЭЭС	7	4	2		2	3	Контроль СРС, защита практических и лабораторных работ	
Судовые электрические станции	19	14	8	2	4	5		
Судовые электрические сети	21	16	8	2	6	5		
Переходные процессы	24	16	8	2	6	8		
Защита судовых электроэнергетических систем	25	16	8	2	6	9		
Системы управления	25	16	8	2	6	9		
Судовое электрическое освещение	23	14	6	2	6	9		
<i>Экзамен</i>	36						Коллоквиум	36
<b>Всего</b>	<b>180</b>	<b>96</b>	<b>48</b>	<b>12</b>	<b>36</b>	<b>48</b>		<b>36</b>

Тематический план дисциплины по заочной форме обучения представлен в виде табл. 4

Таблица 4

3 курс (факультатив)								
Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Общие сведения о САЭЭС	16	2	1	1		14	Контроль СРС, защита практических и лабораторных работ	
Судовые электрические станции	8	1	0,5	0,5		7		
Судовые электрические сети	8	1	0,5	0,5		7		
<i>Зачет</i>	4						Опрос	4
<b>Всего</b>	<b>36</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>28</b>		<b>4</b>
4 курс								
Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Общие сведения о САЭЭС	21	1	1			20	Контроль СРС, защита лаб. работ	
Судовые электрические станции	32	5	2	1	2	27		
Судовые электрические сети	32	5	2	1	2	27		
Переходные процессы	34	6	2	2	2	28		
Защита судовых электроэнергетических систем	32	4	2	2		28		
Системы управления	32	4	2	2		28		
Судовое электрическое освещение	24	3	1	2		21		
<i>Экзамен</i>	9						Коллоквиум	9
<b>Всего</b>	<b>216</b>	<b>28</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>179</b>		<b>9</b>

#### 4.2. Содержание дисциплины

##### Тема 1. Общие сведения о САЭЭС.

###### Лекция 1.1

###### Рассматриваемые вопросы:

Определения, понятия о САЭЭС, основные элементы, классификация и структурные схемы СЭЭС. Условия эксплуатации, режимы работы и показатели СЭЭС. Основные параметры СЭЭС. Качество электрической энергии в СЭЭС. Судовые потребители электрической энергии и их деление на группы. Общие сведения о проектировании СЭЭС.

##### Тема 2. Судовые электрические станции.

###### Лекция 2.1

###### Рассматриваемые вопросы:

Определения, назначение, классификация электрических станций, требования Регистра к ним. Общие сведения о генераторных агрегатах, характеристика первичных двигателей и электромеханических генераторов. Генераторы прямого преобразования тепловой и химической энергии в электрическую. Преобразователи электроэнергии. Электроснабжение судов от береговых сетей.

###### Лекция 2.2

###### Рассматриваемые вопросы:

Аккумуляторы, основные параметры устройства, принцип действия, правила обслуживания, выбор аккумуляторов. Аварийные источники электрической энергии на судах. Аварийные электростанции, требования Регистра к ним.

#### *Лекция 2.3*

##### *Рассматриваемые вопросы:*

Системы автоматического регулирования напряжения и частоты: общие сведения, требования, принципы построения. Системы автоматического регулирования, действующие по возмущению, отклонению, комбинированные системы и с каналом упреждающей импульсной форсировки возбуждения.

#### *Лекция 2.4*

##### *Рассматриваемые вопросы:*

Параллельная работа судовых генераторов. Распределение активных и реактивных нагрузок. Особенности параллельной работы вало- и дизельгенераторов.

### **Тема 3. Судовые электрические сети.**

#### *Лекция 3.1*

##### *Рассматриваемые вопросы:*

Общие сведения, определения, классификация судовых электрических сетей, характеристика сетей. Судовые кабели: определение, назначение, электрическая и тепловая характеристики. Тепловое состояние кабеля, работающего в непрерывном режиме и периодическом. Тепловое состояние кабеля в режиме короткого замыкания. Характеристика проводов и шинопроводов.

#### *Лекция 3.2*

##### *Рассматриваемые вопросы:*

Расчет судовых электрических сетей, контроль изоляции, электро- и пожаробезопасность сетей. Электрораспределительные щиты: определение, назначение, классификация и устройство.

### **Тема 4. Переходные процессы.**

#### *Лекция 4.1*

##### *Рассматриваемые вопросы:*

Общие сведения. Причины, виды и последствия короткого замыкания (КЗ) в СЭЭС. КЗ в СЭЭС постоянного тока. КЗ в СЭЭС переменного тока. Токи КЗ синхронного генератора и асинхронного двигателя. Трехфазные КЗ при автоматической стабилизации напряжения синхронного генератора.

#### *Лекция 4.2*

##### *Рассматриваемые вопросы:*

Определение тока в КЗ. Практические методы расчетов тока в КЗ. Упрощенный аналитический метод расчета токов в КЗ. Электродинамическое и термическое действие токов в КЗ на элементы СЭЭС.

#### *Лекция 4.3*

##### *Рассматриваемые вопросы:*

Процессы в СЭЭС при внезапном изменении нагрузки. Влияние автоматического регулятора напряжения на изменение напряжения синхронного генератора при набросе нагрузки. Определение, изменение напряжения синхронного генератора при изменении нагрузки.

#### *Лекция 4.4*

##### *Рассматриваемые вопросы:*

Устойчивость САЭЭС: общие сведения, определение. Статическая устойчивость. Динамическая устойчивость. Устойчивость асинхронной нагрузки. Мероприятия по повышению статической и динамической устойчивости. Построение и использование математических моделей для расчета переходных режимов СЭЭС.

### **Тема 5. Защита судовых электроэнергетических систем.**

#### *Лекция 5.1*

##### *Рассматриваемые вопросы:*

Назначение, структура и основные требования, предъявляемые к защите. Виды и параметры переходных процессов, учитываемые при построении защиты СЭЭС.

## *Лекция 5.2*

### *Рассматриваемые вопросы:*

Защиты генераторов и преобразователей электроэнергетики. Защита электрических сетей. Защита потребителей электрической энергии. Направления совершенствования защиты СЭЭС.

## **Тема 6. Системы управления.**

### *Лекция 6.1*

#### *Рассматриваемые вопросы:*

Основные типы систем управления (СУ) СЭЭС. Принципы построения и структура СУ СЭЭС. Математический аппарат, применяемый для описания алгоритмов управления.

### *Лекция 6.2*

#### *Рассматриваемые вопросы:*

Автоматизация процесса управления структурой СЭЭС. Алгоритмическое описание процесса автоматического управления структурой СЭЭС. Алгоритм синхронизации генераторов. Алгоритм автоматического распределения активных нагрузок. Алгоритм управления включением запрограммированных потребителей электроэнергии.

### *Лекция 6.3*

#### *Рассматриваемые вопросы:*

СУ СЭЭС на функциональных устройствах, блоках и модулях. Принципы построения СУ. СУ СЭЭС с единым логическим управляющим устройством. СУ СЭЭС с применением микропроцессоров и микроЭВМ.

## **Тема 7. Судовое электрическое освещение.**

### *Лекция 7.1*

#### *Рассматриваемые вопросы:*

Общие сведения. Восприятие света. Основные светотехнические характеристики. Источники света: лампы накаливания, газоразрядные источники света. Схемы включения ламп дугового разряда. Судовые светильники. Расчет электрического освещения. Навигационные огни. Аварийное освещение. Лампы специального назначения, эритемные лампы.

### **Темы и задания на практические занятия**

*Практическая работа № 1.* Обоснование и выбор основных параметров САЭС

*Практическая работа № 2.* Режимы работы источников питания

*Практическая работа № 3.* Расчет мощности судовой электростанции

*Практическая работа № 4.* Схемы судовых электростанций

*Практическая работа № 5.* Расчет шин электрораспределительных устройств

*Практическая работа № 6.* Выбор аппаратуры электрораспределительных устройств

*Практическая работа № 7.* Расчет судовых электрических сетей

Конкретные задания при выполнении практических работ приведены в методических указаниях к изучению дисциплины [11].

### **Темы лабораторных занятий**

*Лабораторная работа № 1.* Определение угловых характеристик  $P(\delta)$ ,  $Q(\delta)$ ,  $U(\delta)$  синхронного генератора

*Лабораторная работа № 2.* Ручное подключение к сети синхронного генератора методом точной синхронизации

*Лабораторная работа № 3.* Дистанционное управление моделью электрической системы с помощью виртуального пульта

*Лабораторная работа № 4.* Снятие характеристики холостого хода  $E_0 = f(I_f)$  трехфазного синхронного генератора

*Лабораторная работа № 5.* Снятие характеристики короткого замыкания  $I_K = f(I_f)$  трехфазного синхронного генератора

*Лабораторная работа № 6.* Снятие внешней  $U = f(I)$ , регулировочной  $I_f = f(I)$  и нагрузочной  $U = f(I_f)$  характеристик трехфазного синхронного генератора

*Лабораторная работа № 7.* Подключение к сети трехфазного синхронного генератора методом точной синхронизации

*Лабораторная работа № 8.* Подключение к сети трехфазного синхронного генератора методом самосинхронизации

*Лабораторная работа № 9.* Снятие U–образной характеристики  $I = f(I_f)$  трехфазного синхронного генератора

Конкретные задания при выполнении лабораторных работ приведены в методических указаниях к изучению дисциплины [11].

## **5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся**

### **5.1. Внеаудиторная самостоятельная работа курсантов / студентов**

С целью качественного усвоения учебного материала и подготовки к текущему контролю и аттестации, организуется самостоятельная работа курсантов и студентов. Объемы самостоятельной работы, рассматриваемые темы и организация изучения изложены в методических указаниях по организации самостоятельной работы<sup>1</sup>.

Самостоятельная работа студентов ставит своей целью развитие навыков ведения самостоятельной работы, приобретение опыта систематизации полученных результатов исследований, формулировку новых выводов и предложений как результатов выполнения работы, развитие умения использовать научно-техническую литературу и нормативно-методические материалы в практической деятельности, приобретение опыта публичной защиты результатов самостоятельной работы.

Результаты самостоятельной работы оформляются в виде конспекта. По отдельным рассматриваемым вопросам студенты готовят реферат.

Студенты заочной формы обучения пишут контрольную работу. Методические указания по выполнению контрольной работы представлены в Фонде оценочных средств дисциплины «Судовые автоматизированные электроэнергетические системы».

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине представлен в приложении к рабочей программе дисциплины и включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

### **Вопросы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (экзамен)**

---

<sup>1</sup> Белов О.А. Судовые автоматизированные электроэнергетические системы: методические указания к изучению дисциплины для курсантов и студентов направления подготовки 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики» очной и заочной форм обучения / О. А. Белов – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2016. – 100 с.

1. САЭЭС: определение, краткие исторические сведения о развитии судовых ЭЭС. Понятие о САЭЭС.
2. Основные элементы СЭЭС, их характеристика.
3. Классификация и структурные схемы СЭЭС.
4. Условия эксплуатации, и режимы работы СЭЭС.
5. Показатели СЭЭС.
6. Основные параметры СЭЭС.
7. Качество электрической энергии в СЭЭС.
8. Судовые потребители электрической энергии и их деление на группы.
9. Традиционный подход в проектировании СЭЭС.
10. Системный подход в проектировании СЭЭС.
11. Общие сведения об автоматизации СЭЭС.
12. СЭЭС, как подсистема ГЭУ.
13. СЭС: определение, назначение, требования Регистра к основным СЭС.
14. АЭС: назначение, электрические соединения с основной электростанцией, требования Регистра.
15. ГА: определение, назначение, классификация, требования Регистра.
16. Характеристика ПД ГА, достоинства, недостатки.
17. Функциональные схемы СЭС: общие требования, принципы построения.
18. Генераторы прямого преобразования тепловой и химической энергии в электрическую: общие сведения, необходимость в их применении, достоинства и недостатки.
19. Электромашинные преобразователи электрической энергии: назначение, состав, достоинства и недостатки.
20. Структурная схема фидера берегового питания, элементы защиты, устройство РЩБП.
21. САРЧ ПД ГА: необходимость применения, принципы построения, классификация, перспективные САРЧ.
22. Характеристика ПД генераторов, достоинства и недостатки.
23. Характеристика электромеханических генераторов, как источников электрической энергии СЭС.
24. Электроснабжение судов от береговых сетей: необходимость в данном мероприятии, условия и порядок подключения.
25. Электрические аккумуляторы, общие сведения, основные параметры. Достоинства и недостатки.
26. ТЭГ, устройство, принцип действия.
27. Комбинированные САРН.
28. ССН, действия по отклонению. САРН с импульсной форсировкой возбуждения.
29. САРН прямого и косвенного действия. Структурная схема ССН бесщеточного СГ.
30. Обеспечение начального возбуждения СГ с самовозбуждением.
31. Схемы подмагничивания генераторов, схемы отключения возбуждения СГ.
32. ССН генераторов постоянного тока.
33. Автоматическое регулирование частоты генераторных агрегатов.
34. Режимы работы и виды АС.
35. Законы управления.
36. Условия включения генератора постоянного тока на параллельную работу. Параллельная работа генераторов параллельного возбуждения.
37. Параллельная работа генераторов смешанного возбуждения. Распределение нагрузок между параллельно работающими генераторами постоянного тока.
38. Включение СГ на параллельную работу. Виды, методы и условия синхронизации.
39. Составление, линеаризация и формы записи уравнений.
40. ТЭМГ: устройство, принцип действия.
41. МГДК: устройство, принцип действия.

42. Расчет мощности СЭС аналитическим методом.
43. Расчет мощности СЭС методом числовых характеристик.
44. Щелочные аккумуляторы: устройство, принцип действия, правила обслуживания.
45. Кислотные аккумуляторы: устройство, принцип действия, правила обслуживания.
46. Расчет мощности СЭС вероятностными методами. Общая характеристика.
47. Выбор кислотных аккумуляторов для стартерной и совместной нагрузок.
48. Выбор щелочных аккумуляторов.
49. Алгоритм расчета мощности СЭС табличным методом.
50. Статические электромагнитные преобразователи электрической энергии: назначение, устройство, принцип действия (на примере МУ).
51. ССН, действующие по возмущению.
52. РОТ: назначение, устройство, принцип действия.
53. Электрон-1: назначение, устройство, принцип действия.
54. ЗОФН: работа устройства при обрыве фаз.
55. ЗОФН: работа устройства при нормальном режиме и при снижении напряжения.
56. БРОаТ: назначение, устройство, принцип действия.
57. КН: назначение, устройство, работа блока в автономном режиме ГА.
58. РОМ индукционного типа с бегущим полем, назначение, устройство, принцип действия.
59. ВАК32-40: стабилизация тока.
60. Двухимпульсный электронный регулятор частоты вращения.
61. АС управления и регулирования: основные понятия, определения.
62. ВАК32-40: назначение, устройство, принцип действия.
63. Выбор электромашиного зарядного агрегата.
64. Порядок ввода генератора постоянного тока на параллельную работу и вывода его из работы.
65. Конверторы, преобразователи частоты: назначение, состав, графики изменения выходных величины.
66. Выбор статических зарядных агрегатов.
67. Двухимпульсный электронный регулятор частоты вращения.
68. Параллельная работа судовых генераторов: необходимость параллельной работы, достоинства и недостатки, требования Регистра.
69. Классификация АС по назначению.
70. Принципы построения АС, функциональные схемы.
71. МГДГИ: устройство, принцип действия.
72. Выбор функциональных схем СЭС.
73. Статические электромагнитные преобразователи электрической энергии: назначение, устройство, принцип действия (на примере МУ).
74. Выпрямители, инверторы: назначение, состав, графики изменений выходной величины.
75. ССН: необходимость применения, принцип построения, классификация, требования Регистра.

## **7. Рекомендуемая литература**

### **7.1. Основная литература**

1. Баранов А.П. Судовые автоматизированные электроэнергетические системы: учебник для ВУ-Зов / А.П. Баранов. – М.: Транспорт, 1988. – 328 с. – 42 экз.)
2. Богомоллов В.С. Судовые электроэнергетические системы и их эксплуатация: учебник / В.С. Богомоллов. – М.: Мир, 2006. – 320 с.

### **7.2. Дополнительная литература**

3. Яковлев Г.С. Судовые электроэнергетические системы: учебник / Г.С. Яковлев. – 5-е изд., перераб. и доп. – Л.: Судостроение, 1987. – 272 с.
4. Лейкин В.С. Автоматизированные электроэнергетические системы промышленных судов: учебник / В.С. Лейкин, В.А. Михайлов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 327 с.
5. Лейкин В.С. Судовые электрические станции и сети : учебник / В.С. Лейкин. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1982. – 256 с.
6. Сухарев Е.М. Судовые электрические станции, сети и их эксплуатация: учебник / Е.М. Сухарев. – Л.: Судостроение, 1986. – 304 с.
7. Баранников В.К. Эксплуатация электрооборудования рыбопромысловых судов: учеб. пособие / В.К. Баранников. – М.: МОРКНИГА, 2013. – 496 с.
8. Справочник судового электротехника: в 3-х томах. Том 1. Судовые электроэнергетические системы / Под общ. ред. Г.И. Китаенко. - Л.: Судостроение, 1980. – 528 с. (10 экз.)
9. Справочник судового электротехника: в 3-х томах. Том 2. Судовое электрооборудование / Под общ. ред. Г.И. Китаенко. - Л.: Судостроение, 1980. – 624 с. (16 экз.)
10. Справочник судового электротехника: в 3-х томах. Том 3. Судовое Технология электромонтажных работ / Под общ. ред. Г.И. Китаенко. - Л.: Судостроение, 1980. – 264 с. (11 экз.)

### 7.3. Методическое обеспечение

11. Белов О.А. Судовые автоматизированные электроэнергетические системы: методические указания к изучению дисциплины для курсантов и студентов направления подготовки 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики» очной и заочной форм обучения / О. А. Белов – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2016. – 100 с.

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Электронно-библиотечная система «eLibrary»: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.elibrary.ru>

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методика преподавания данной дисциплины предполагает чтение лекций, проведение практических и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций по отдельным (наиболее сложным) специфическим проблемам дисциплины. Предусмотрена самостоятельная работа студентов, прохождение аттестационных испытаний промежуточной аттестации, а также написание контрольной работы (для студентов заочной формы обучения).

*Лекции* нацелены на теоретическое и практическое изучение устройств, принципов действия и технико-эксплуатационные характеристики САЭЭС, а также принципов эксплуатации судовых электростанций по эксплуатации электрических сетей, аккумуляторов и преобразователей.

В ходе лекций курсантам и студентам необходимо научиться применять полученные теоретические знания к решению практических задач эксплуатации и ремонта современных САЭЭС.

С целью качественного усвоения учебного материала и подготовки к текущему контролю и аттестации, организуется **практическая работа** студентов. Объемы практической работы, рассматриваемые темы и организация изучения изложены в методических указаниях по организации практических работ<sup>2</sup>.

В процессе выполнения практической работы студентам необходимо следовать целям работы. Перед выполнением задания практической работы обязательно изучить теоретический материал. Далее следует ознакомиться с программой работы и методическими указаниями. По итогам

---

<sup>2</sup> Белов О.А. Судовые автоматизированные электроэнергетические системы: методические указания к изучению дисциплины для курсантов и студентов направления подготовки 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики» очной и заочной форм обучения / О. А. Белов – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2016. – 100 с.

проделанной работы необходимо выполнить и сдать отчет на кафедру, за которой закреплена дисциплина, также быть готовым ответить на контрольные вопросы.

**Лабораторные работы** предназначаются для углубления и закрепления теоретических знаний, полученных студентами (курсантами) на лекциях, а также для обучения учащихся навыкам в работе с электрооборудованием, развитию инициативы и самостоятельности.

В процессе выполнения лабораторных работ студенты (курсанты) знакомятся с конкретными электрическими схемами, элементами этих схем, совокупностью их работы, электроизмерительными приборами. На действующей физической модели изучают электрические, магнитные явления и электромагнитные процессы, наблюдаемые во всех электротехнических устройствах. Лабораторные работы позволяют исследовать свойства как отдельных электрических элементов, так и систем в целом. Это позволяет студенту (курсанту) сформировать представление не только о работе производственных электротехнических устройств, но и о функционировании систем автоматического управления и регулирования в целом.

Лабораторная работа может быть успешно выполнена в том случае, когда студенты (курсанты) будут иметь хорошую теоретическую и методическую подготовку.

Теоретическая подготовка предусматривает повторение и усвоение материала лекционных и самостоятельных занятий, осмысливание основных соотношений и зависимостей, связывающих электрические величины и характеризующих физические явления, внимательное ознакомление с содержанием и порядком выполнения лабораторной работы и оформления отчета.

Методическая подготовка предусматривает наличие и выработку у студентов (курсантов) навыков в чтении электрических схем, сборке электрических цепей и проведении исследований в определенной последовательности, позволяющее сопоставлять и анализировать физические, электрические процессы и явления.

Подготовку к работе необходимо начинать с повторения теоретического материала и только после этого знакомиться с описанием лабораторной работы, включая контрольные вопросы. В тетради должны быть нарисованы схемы и таблицы для записи показаний приборов.

Готовность курсанта к выполнению лабораторной работы проверяется преподавателем путем опроса по содержанию выполняемой работы. Курсанты, не подготовленные к выполнению работы, не допускаются к проведению работы и при этом оставшееся до конца занятий время курсант (студент) должен использовать для подготовки к данной лабораторной работе.

Время на отработку пропущенной лабораторной работы из-за неподготовленности или по другим причинам (болезнь, наряд, участие в соревновании и т.п.) согласовывается с преподавателем. Выполнение лабораторной работы включает в себя ознакомление с техническими данными оборудования и электроизмерительных приборов; сборку схемы при отсутствии стенда; экспериментальное исследование; отработку экспериментального материала и составление отчета с выводами по работе. После выполнения каждого пункта экспериментального исследования необходимо убедиться в правильности снятых показаний и только после этого переходить к выполнению следующего пункта задания. Обработка экспериментального материала и оформление отчета производится после выполнения всего объема лабораторной работы.

В выводах по лабораторной работе следует указывать на подтверждение данными эксперимента теоретических положений, а также причин, имевших место расхождения, дать анализ физических процессов и объяснения характера полученных зависимостей.

Отчет выполняется в тетради. Все записи в отчете выполняются шариковой ручкой синей (черной) пастой. Схемы, графики и таблицы вычерчиваются карандашом с применением линейки, циркуля и лекал.

Отчет по лабораторным работам студенты (курсанты) представляют преподавателю в конце данного занятия и в особых случаях в срок по указанию преподавателя.

Зачет по лабораторной работе выставляется после представления отчета, его проверки и устранения замечаний преподавателя.

Ввиду большой опасности поражения электрическим током при выполнении лабораторных работ, необходимо строгое соблюдение правил техники безопасности. Поэтому к выполнению лабораторной работы студент (курсант) допускается после прохождения общего инструктажа по

технике безопасности на первом занятии и проверке знаний по исследуемому разделу перед каждой лабораторной работой.

При выполнении лабораторных работ необходимо помнить, что все виды напряжений, используемых в лаборатории, опасны для жизни, поэтому приступая к выполнению лабораторной работы необходимо ознакомиться с источниками питания стенда, способами их включения и отключения; включать источник питания только после проверки схемы преподавателем; при работе с цепями переменного тока, содержащими индуктивные и емкостные элементы, следует помнить, что напряжение на их зажимах может значительно превышать напряжение источника питания.

## **10. Курсовой проект**

Выполнение курсового проекта не предусмотрено учебным планом.

## **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационно-справочных систем**

### ***11.1 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса:***

1. электронные образовательные ресурсы, представленные в п. 6 и 7 данной рабочей программы;
2. использование слайд-презентаций;
3. интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством электронной почты.

### ***11.2. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса***

При освоении дисциплины используется лицензионное программное обеспечение:

1. текстовый редактор Microsoft Word;
2. электронные таблицы Microsoft Excel;
3. презентационный редактор Microsoft Power Point.

## **12. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы учебная аудитория № 3-402 с комплектом учебной мебели на 32 посадочных места;
2. доска аудиторная;
3. комплект лекций по темам курса «Судовые автоматизированные электроэнергетические системы»;
4. мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор);
5. лабораторные стенды;
6. кодоскоп;
7. комплект слайдов для кодоскопа.