

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Зайко Татьяна Ивановна  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 13.08.2024 11:51:04  
Уникальный программный ключ:  
cf6863c76438e5984b0fd5e14e7154bfba10e205

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
"Сибирский государственный университет водного транспорта"

Б1.О.29

## Гребные электрические установки

### рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	<b>Электрооборудования и автоматики</b>	
Образовательная программа	26.05.07 Специальность "Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики" Специализация "Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики" год начала подготовки 2024	
Квалификация	<b>инженер-электромеханик</b>	
Форма обучения	<b>очная</b>	
Общая трудоемкость	<b>4 ЗЕТ</b>	
Часов по учебному плану	144	Виды контроля в семестрах: экзамены 10
в том числе:		
аудиторные занятия	40	
самостоятельная работа	62	
часов на контроль	36	

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	10 (5.2)		Итого	
	Неделя			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	20	20	20	20
Практические	20	20	20	20
Иная контактная работа	6	6	6	6
Итого ауд.	40	40	40	40
Контактная работа	46	46	46	46
Сам. работа	62	62	62	62
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

Рабочая программа дисциплины

## **Гребные электрические установки**

**разработана в соответствии с ФГОС:**

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - специалитет по специальности 26.05.07 Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики (приказ Минобрнауки России от 15.03.2018 г. № 193)

**составлена на основании учебного плана образовательной программы:**

26.05.07 Специальность "Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики"  
Специализация "Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики"  
год начала подготовки 2024

**Рабочую программу составил(и):**

*ст. преп-ль, Романов М.Н.*

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры **Электрооборудования и автоматики**

Заведующий кафедрой Палагушкин Борис Владимирович

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1.1	Изучение особенностей гребных электрических установок, их характеристик и требований, предъявляемых к ним.
-----	--

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП**

Цикл (раздел) ООП:	Б1.О
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Управление техническим обеспечением безопасности судов
2.1.2	Системы управления энергетическими процессами
2.1.3	Элементы и функциональные устройства судовой автоматики
2.1.4	Безопасность жизнедеятельности
2.1.5	Подготовка в соответствии пунктом 1 Правила VI/6 Конвенции ПДНВ
2.1.6	Судовые энергетические установки
2.1.7	Технологическая практика
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Курс подготовки экипажей гражданских судов
2.2.2	Подготовка в соответствии с пунктами 1 - 3 раздела А-VI/4 Кодекса ПДНВ (пункт 1 Правила VI/4 Конвенции ПДНВ)
2.2.3	Подготовка специалиста по спасательным шлюпкам и плотам и дежурным шлюпкам, не являющимся скоростными дежурными шлюпками, в соответствии с пунктами 1 - 4 раздела А-VI/2 Кодекса ПДНВ (пункт 1.3 Правила VI/2 Конвенции ПДНВ)
2.2.4	Подготовка специалиста с расширенной подготовкой по современным методам борьбы с пожаром в соответствии с пунктами 1 - 4 раздела А-VI/3 Кодекса ПДНВ (пункт 1 Правила VI/3 Конвенции ПДНВ)
2.2.5	Подготовка специалиста, имеющего назначенные обязанности по вопросам охраны, в соответствии с пунктами 6 - 8 раздела А-VI/6 Кодекса ПДНВ (пункт 4 Правила VI/6 Конвенции ПДНВ)

**3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**ПК-4: Способен осуществлять безопасное техническое использование, техническое обслуживание, диагностирование и ремонт судового электрооборудования и средств автоматики на напряжение свыше 1000В в соответствии с международными и национальными требованиями**

ПК-4.1: Умеет осуществлять безопасное техническое использование судового электрооборудования и средств автоматики на напряжение свыше 1000В в соответствии с международными и национальными требованиями

ПК-4.2: Умеет осуществлять безопасное техническое обслуживание судового электрооборудования и средств автоматики на напряжение свыше 1000В в соответствии с международными и национальными требованиями

ПК-4.3: Умеет осуществлять безопасное диагностирование и ремонт судового электрооборудования и средств автоматики на напряжение свыше 1000В в соответствии с международными и национальными требованиями

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	Особенности высоковольтных гребных электроустановок (ГЭУ).
3.1.2	Основные требования, предъявляемые к безопасной эксплуатации ГЭУ.
3.1.3	Основные требования, предъявляемые к безопасной эксплуатации высоковольтных элементов ГЭУ.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	Пользоваться правилами действий при возникновении аварийных ситуаций в ГЭУ.
3.2.2	Пользоваться нормативными документами, регламентирующими безопасную эксплуатацию ГЭУ.
3.2.3	Пользоваться нормативными документами, регламентирующими безопасную эксплуатацию высоковольтных элементов ГЭУ.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	Методами поиска документов, регламентирующих обеспечение безопасных условий труда при обслуживании и ремонте высоковольтных ГЭУ.
3.3.2	Навыками использования нормативных документов, регламентирующих безопасную эксплуатацию ГЭУ.

3.3.3	Навыками использования нормативных документов, регламентирующих безопасную эксплуатацию высоковольтных элементов ГЭУ.
-------	---

#### 4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Вид занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература	ПрПо дгот
Раздел	<b>Раздел 1. Пропульсивный комплекс судна. Системы передачи энергии от двигателя к движителю.</b>				
Лек	Виды силовых установок. Виды движителей. Типы передач. Характеристики гребных винтов. Достоинства и недостатки гребных электрических установок. /Лек/	10	2	Л1.1Л2.1	0
Пр	Практические занятия по типам передач, главным энергетическим установкам, движителям. Перспективные типы передач и движителей. /Пр/	10	6	Л1.1Л2.1	0
Раздел	<b>Раздел 2. Гребные электроустановки (ГЭУ) постоянного тока</b>				
Лек	Достоинства и недостатки ГЭУ постоянного тока. Требования, предъявляемые к элементам ГЭУ. /Лек/	10	6	Л1.1Л2.1	0
Пр	Главные электрические машины и требования, предъявляемые к ним. Возбудители и системы возбуждения. Системы управления и автоматизации ГЭУ. /Пр/	10	4	Л1.1Л2.1	0
Раздел	<b>Раздел 3. ГЭУ двойного рода тока</b>				
Лек	Главные электрические машины и преобразователи. Управляемые и неуправляемые вентильные преобразователи. Требования, предъявляемые к электрическим машинам, преобразователям и трансформаторам. /Лек/	10	6	Л1.1Л2.1	0
Пр	Особенности построения схем главного тока с неуправляемыми и управляемыми преобразователями. Достоинства и недостатки ГЭУ двойного рода тока. /Пр/	10	4	Л1.1Л2.1	0
Раздел	<b>Раздел 4. ГЭУ переменного тока</b>				
Лек	Типы ГЭУ переменного тока. Способы регулирования частоты вращения в ГЭУ без преобразователей частоты. ГЭУ с преобразователями частоты: особенности, требования, предъявляемые к электрическим машинам и преобразователям. /Лек/	10	6	Л1.1Л2.1	0
Пр	Типы преобразователей частоты, области их применения. /Пр/	10	4	Л1.1	0
Пр	Правила безопасной эксплуатации и ремонта ГЭУ. /Пр/	10	2	Л1.1Л2.1	0
Ср	Самостоятельная работа /Ср/	10	62	Л1.1Л2.1	0
ИКР	Иная контактная работа /ИКР/	10	6		0

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Раздел 1 Пропульсивный комплекс судна. Системы передачи энергии от двигателя к движителю  
Типы движителей, двигателей и передач мощности, их достоинства и недостатки. Особенности гребных электроустановок (ГЭУ), их достоинства и недостатки. Компенсация недостатков ГЭУ. Области применения ГЭУ. Характеристики гребного винта в швартовом режиме и при движении в свободной воде. Влияние на характеристики условий плавания судна и его осадки. Реверс гребного винта и характеристики в этом случае. Особенности работы ГЭУ при реверсе гребного винта.

Раздел 2. Гребные электроустановки (ГЭУ) постоянного тока

Схемы силовых цепей ГЭУ. Особенности генераторов и электродвигателей ГЭУ постоянного тока на напряжение выше 1000 В. Механические характеристики гребного электродвигателя в ГЭУ постоянного тока, соответствующие номинальному режиму работы. Особенности совместной работы механически связанных гребных электродвигателей. Особенности совместной работы механически не связанных гребных электродвигателей. Аварийные режимы ГЭУ. Системы управления электродвижением. Система «генератор – двигатель» с противокомпаудной обмоткой. Система «генератор – двигатель» с трех обмоточным возбудителем. Статические характеристики ГЭУ при работе с двух- и трехобмоточным возбудителем.

Принципы построения автоматических систем регулирования мощности ГЭУ. Регулирование мощности изменением напряжения генератора. Регулирование мощности изменением магнитного потока гребного электродвигателя. Комплексное регулирование ГЭУ.

Раздел 3. ГЭУ двойного рода

Схемы силовых цепей ГЭУ двойного рода тока. Требования к силовым выпрямителям в ГЭУ двойного рода тока. Достоинства и недостатки ГЭУ двойного рода тока. Режим реверса гребных электродвигателей в ГЭУ двойного рода тока. Особенности расчёта и выбора выпрямителей для силовых цепей и цепей возбуждения в высоковольтных ГЭУ.

**Раздел 4. ГЭУ переменного тока**

Схемы силовых цепей ГЭУ переменного тока. Типы генераторов и гребных электродвигателей в ГЭУ переменного тока. Особенности главных генераторов и гребных электродвигателей в ГЭУ переменного тока напряжением выше 1000 В. Основные параметры ГЭУ переменного тока. Частичный режим работы ГЭУ переменного тока. Способы регулирования скорости вращения гребного винта: изменением напряжения статора гребного электродвигателя, изменением частоты тока статорных цепей гребного электродвигателя. Статические и динамические свойства ГЭУ переменного тока. Особенности пуска гребных электродвигателей в ГЭУ переменного тока. Особенности реверса гребных электродвигателей в ГЭУ переменного тока. Типы возбудителей и систем возбуждения ГЭУ переменного тока. ГЭУ с преобразователями частоты. Типы преобразователей частоты. Типы гребных электродвигателей в ГЭУ с преобразователями частоты. Схемы главного тока ГЭУ с преобразователями частоты. Правила безопасной эксплуатации и ремонта ГЭУ.

**6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ****6.1. Перечень видов оценочных средств**

Экзамен - 10 семестр

**6.2. Темы письменных работ****6.3. Контрольные вопросы и задания**

Вопросы к экзамену.

Этап 1. Формирование знаний:

1. Пояснить достоинства и недостатки гребных электроустановок (ГЭУ) перед установками с механической передачей энергии к гребным винтам.
2. Характеристики гребного винта в различных режимах работы судна.
3. Состав и назначение элементов ГЭУ постоянного тока.
4. Пояснить преимущества последовательного соединения якорных обмоток главных машин перед параллельным соединением.
5. Построение рабочих характеристик ГЭУ постоянного тока.
6. Конструктивные особенности главных машин ГЭУ и систем, их обслуживающих.
7. Виды защит и сигнализаций, предусматриваемых в схемах ГЭУ постоянного тока.
8. Достоинства и недостатки ГЭУ двойного рода тока.
9. Основные элементы цепи главного тока ГЭУ двойного тока.
10. Способы управления параметрами ГЭУ двойного тока.
11. ГЭУ переменного тока. Достоинства и недостатки.
12. ГЭУ переменного тока без преобразователей частоты.
13. ГЭУ переменного тока с преобразователями частоты.
14. Типы преобразователей частоты, используемых в ГЭУ переменного тока.
15. Единые судовые электроэнергетические системы электроходов. Достоинства единых электроэнергетических систем.
16. Правила безопасной эксплуатации, обслуживания и ремонта гребных электроустановок.

ЭТАП 2. Формирование способностей:

1. Способы стабилизации мощности ГЭУ при переходе с одной винтовой характеристики на другую.
2. Способы осуществления защит от токов короткого замыкания, токов перегрузки, разбега электродвигателя, непроизвольного реверса первичного двигателя.
3. Способы пуска, реверса и регулирования частоты вращения гребного электродвигателя ГЭУ двойного тока с неуправляемым выпрямителем.
4. Способы пуска, реверса и регулирования частоты вращения гребного электродвигателя ГЭУ двойного тока с управляемым выпрямителем.
5. Способы пуска и реверса гребного асинхронного электродвигателя ГЭУ переменного тока без преобразователя частоты.
6. Способы пуска и реверса гребного синхронного электродвигателя ГЭУ переменного тока без преобразователя частоты.
7. Способы регулирования частоты вращения гребного электродвигателя ГЭУ переменного тока без преобразователя частоты.
8. Достоинства и недостатки инверторов, ведомых сетью и автономных инверторов.
9. Организация безопасной работы вблизи неотключаемых электроустановок.
10. Порядок организации работ бригадами, не являющимися членами экипажа.
11. Особенности эксплуатации и обслуживания высоковольтных электроустановок.

Этап 3. Интеграция способностей:

1. Пояснить необходимые переключения в схеме ГЭУ постоянного тока (2 генератора + 2 гребных электродвигателя), обеспечивающие полную и частичную загрузку установку.
2. Пояснить необходимые переключения в схеме ГЭУ постоянного тока морского электрохода, обеспечивающие полную и частичную загрузку установку (на примере схем, рассмотренных на практических занятиях).
3. Пояснить принцип гашения поля при срабатывании защиты от коротких замыканий в ГЭУ постоянного тока.
4. Пояснить принцип пуска гребного электродвигателя ГЭУ двойного рода тока с неуправляемым выпрямителем (по схемам, рассмотренным на практических занятиях).
5. Пояснить принцип реверса гребного электродвигателя ГЭУ двойного рода тока с неуправляемым выпрямителем (по

схемам, рассмотренным на практических занятиях).

6. Пояснить достоинства и недостатки реверса путём изменения полярности тока возбуждения гребного электродвигателя ГЭУ двойного тока с управляемым выпрямителем.

7. Пояснить порядок реверса ГЭУ переменного тока без преобразователя частоты (по схемам, рассмотренным на практических занятиях).

8. Пояснить структуры ГЭУ переменного тока с двухуровневым преобразователями частоты (по схемам, рассмотренным на практических занятиях).

9. Пояснить структуры ГЭУ переменного тока с трёхуровневым преобразователями частоты (по схемам, рассмотренным на практических занятиях).

10. Пояснить структуру единой электроэнергетической системы электрохода (по схемам, рассмотренным на практических занятиях).

#### 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Методика оценки экзамена по дисциплине

Экзамен по дисциплине направлен на оценку освоения знаний, умений и навыков, характеризующих освоение части компетенции ПК-4.

Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса и одно практическое задание в виде задачи. Решение задачи соответствует освоению умений и навыков в объеме, определенном для компетенций ПК-9 и ПК-16 в рамках дисциплины. Обучающийся после получения экзаменационного билета готовится к ответу на теоретические вопросы, решает задачу с формированием письменного ответа на теоретические вопросы и решением задачи. Время, выделяемое на подготовку по всем вопросам билета и решение задачи, не может превышать 45 минут. Ответ на теоретическую часть экзамена дается в устной форме, решение задачи приводится в письменном виде.

Оценка компетенций в рамках дисциплины осуществляется по 4-балльной ранговой шкале: с рангами: 2

(неудовлетворительно), 3 (удовлетворительно), 4(хорошо), 5 (отлично).

Итоговый балл 3 (удовлетворительно), 4(хорошо) или 5 (отлично) соответствует критерию формирования компетенций «освоен» в объеме, предусмотренном дисциплиной.

Итоговый балл 2 (неудовлетворительно) соответствует критерию формирования компетенций «не освоен» в объеме, предусмотренном дисциплиной.

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если все задания выполнены в соответствии с требованиями экзаменационного билета, в полном объеме и без ошибок.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если все задания выполнены в соответствии с требованиями экзаменационного билета, в полном объеме, однако один или несколько ответов имеют ошибки в содержании и/или выводах, не влияющие (или слабо влияющие) на итоговый результат.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если все задания выполнены в соответствии с требованиями экзаменационного билета, в полном объеме, однако один или несколько ответов имеют ошибки в содержании и/или выводах, которые повлекли незначительное искажение итогового результата. Положительная оценка ответа на экзамене соответствует демонстрации сформированности этапа «Формирование знаний» в части дисциплины (модуля).

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если хотя бы одно из заданий не выполнено или выполнено не в полном объеме и/или один или несколько ответов имеют ошибки в содержании и/или выводах, которые привели к значительному искажению итогового результата

В случаях, если курсант дает не полные и/или не развернутые ответы на вопросы билета или же ответы содержат ошибочные сведения и выводы, преподаватель вправе задавать дополнительные вопросы, направленные на уточнение уровня знаний, умений и навыков студента в рамках освоения компетенций по данной дисциплине.

### 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### 7.1 Рекомендуемая литература

##### 7.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Савенко А. Е.	Гребные электрические установки	Керчь: КГМТУ, 2017

##### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Хайкин Абрам Борисович, Васильев В. Н., Полонский В. И.	Автоматизированные гребные электрические установки: учебник	Москва: Транспорт, 1986

### 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Назначение	Оборудование
Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций	Аудиторная доска, 2 шт.; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: Проектор (переносной), экран (стационарный), ПК (переносной); Лабораторные установки: Универсальные установки со сменными панелями (1-4), Исследования неуправляемых схем выпрямления переменного тока, Исследования трехфазного полу управляемого тиристорного выпрямителя, Исследования трёхфазный мостовой тиристорной схемы выпрямления переменного тока; Лабораторное оборудование: Осциллограф DS1102E, 8 шт., Цифровой мультиметр ABM-4141, 4 шт., Генератор AWG-

	4112, 4 шт., Цифровой милливольтметр АВМ-1164, 4 шт., Осциллограф MOS-620CH, 2 шт.; Учебно-наглядные пособия: Основные параметры биполярных транзисторов, Универсальные и импульсные полупроводниковые диоды
Учебная аудитория для проведения практических занятий	Аудиторная доска, 2 шт.; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: Проектор (переносной), экран (стационарный), ПК (переносной); Лабораторные установки: Универсальные установки со сменными панелями (1-4), Исследование неуправляемых схем выпрямления переменного тока, Исследования трёхфазного полу управляемого тиристорного выпрямителя, Исследования трёхфазный мостовой тиристорной схемы выпрямления переменного тока; Лабораторное оборудование: Осциллограф DS1102E, 8 шт., Цифровой мультиметр АВМ-4141, 4 шт., Генератор AWG-4112, 4 шт., Цифровой милливольтметр АВМ-1164, 4 шт., Осциллограф MOS-620CH, 2 шт.; Учебно-наглядные пособия: Основные параметры биполярных транзисторов, Универсальные и импульсные полупроводниковые диоды
Учебная аудитория для проведения лекционного типа занятий	Аудиторная доска, 2 шт.; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: Проектор (переносной), экран (стационарный), ПК (переносной); Лабораторные установки: Универсальные установки со сменными панелями (1-4), Исследование неуправляемых схем выпрямления переменного тока, Исследования трёхфазного полу управляемого тиристорного выпрямителя, Исследования трёхфазный мостовой тиристорной схемы выпрямления переменного тока; Лабораторное оборудование: Осциллограф DS1102E, 8 шт., Цифровой мультиметр АВМ-4141, 4 шт., Генератор AWG-4112, 4 шт., Цифровой милливольтметр АВМ-1164, 4 шт., Осциллограф MOS-620CH, 2 шт.; Учебно-наглядные пособия: Основные параметры биполярных транзисторов, Универсальные и импульсные полупроводниковые диоды
Учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации	Аудиторная доска, 2 шт.; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: Проектор (переносной), экран (стационарный), ПК (переносной); Лабораторные установки: Универсальные установки со сменными панелями (1-4), Исследование неуправляемых схем выпрямления переменного тока, Исследования трёхфазного полу управляемого тиристорного выпрямителя, Исследования трёхфазный мостовой тиристорной схемы выпрямления переменного тока; Лабораторное оборудование: Осциллограф DS1102E, 8 шт., Цифровой мультиметр АВМ-4141, 4 шт., Генератор AWG-4112, 4 шт., Цифровой милливольтметр АВМ-1164, 4 шт., Осциллограф MOS-620CH, 2 шт.; Учебно-наглядные пособия: Основные параметры биполярных транзисторов, Универсальные и импульсные полупроводниковые диоды
Учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации	Аудиторная доска, 2 шт.; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: Проектор (переносной), экран (стационарный), ПК (переносной); Лабораторные установки: Универсальные установки со сменными панелями (1-4), Исследование неуправляемых схем выпрямления переменного тока, Исследования трёхфазного полу управляемого тиристорного выпрямителя, Исследования трёхфазный мостовой тиристорной схемы выпрямления переменного тока; Лабораторное оборудование: Осциллограф DS1102E, 8 шт., Цифровой мультиметр АВМ-4141, 4 шт., Генератор AWG-4112, 4 шт., Цифровой милливольтметр АВМ-1164, 4 шт., Осциллограф MOS-620CH, 2 шт.; Учебно-наглядные пособия: Основные параметры биполярных транзисторов, Универсальные и импульсные полупроводниковые диоды