

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Зайко Татьяна Ивановна
Должность: Ректор
Дата подписания: 31.05.2024 20:42:17
Уникальный программный ключ:
cf6863c76438e5984b0fd5e14e7154bfba10e205

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

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

Б1.О.23

Элементы и функциональные устройства судовой автоматики рабочая программа дисциплины (модуля)

| | | | |
|---------------------------|---|--|--|
| Закреплена за кафедрой | Электрооборудования и автоматики | | |
| Образовательная программа | 26.05.07 Специальность "Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики" Специализация "Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики" год начала подготовки 2023 | | |
| Квалификация | инженер-электромеханик | | |
| Форма обучения | очная | | |
| Общая трудоемкость | 4 ЗЕТ | | |
| Часов по учебному плану | 144 | Виды контроля в семестрах: зачеты с оценкой 6 | |
| в том числе: | | | |
| аудиторные занятия | 50 | | |
| самостоятельная работа | 86 | | |

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>) | 6 (3.2) | | Итого | |
|---|---------|-----|-------|-----|
| | Неделя | | | |
| Вид занятий | уп | ип | уп | ип |
| Лекции | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Лабораторные | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Иная контактная работа | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Итого ауд. | 50 | 50 | 50 | 50 |
| Контактная работа | 58 | 58 | 58 | 58 |
| Сам. работа | 86 | 86 | 86 | 86 |
| Итого | 144 | 144 | 144 | 144 |

Рабочая программа дисциплины

Элементы и функциональные устройства судовой автоматики

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 2023

Рабочую программу составил(и):

PhD, Доцент, Раздобреев Михаил Михайлович

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

Заведующий кафедрой Палагушкин Борис Владимирович

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| | |
|-----|--|
| 1.1 | Целью дисциплины является обеспечение уровня знаний и навыков, необходимых для формирования способности рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности и готовности обеспечивать требуемые режимы и параметры технологического процесса по заданной методике. |
|-----|--|

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

| Цикл (раздел) ООП: | Б1.О |
|--------------------|--|
| 2.1 | Требования к предварительной подготовке обучающегося: |
| 2.1.1 | Судовая электроника и силовая преобразовательная техника |
| 2.1.2 | Судовые электрические машины |
| 2.1.3 | Судовые энергетические установки |
| 2.1.4 | Прикладная механика |
| 2.1.5 | Теоретические основы электротехники |
| 2.1.6 | Технологическая практика |
| 2.1.7 | Теоретическая механика |
| 2.1.8 | Теория и устройство судна |
| 2.1.9 | Физика |
| 2.1.10 | Математика |
| 2.1.11 | Начертательная геометрия и инженерная графика |
| 2.1.12 | Химия |
| 2.2 | Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее: |
| 2.2.1 | Основы судового электропривода |
| 2.2.2 | Судовые автоматизированные электроэнергетические системы |
| 2.2.3 | Судовые электроприводы |
| 2.2.4 | Управление техническим обеспечением безопасности судов |
| 2.2.5 | Гребные электрические установки |
| 2.2.6 | Тренажерная подготовка: техническое использование и обслуживание САЭЭС и их элементов (Тренажер судовой электростанции) |
| 2.2.7 | Тренажерная подготовка: техническое использование и эксплуатация судовой высоковольтной ЕЭЭС (Тренажер судовой электростанции) |

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

| | |
|---|--|
| ПК-7: Способен осуществлять безопасное техническое использование, техническое обслуживание, диагностирование и ремонт электрооборудования и средств автоматики судовых палубных механизмов и грузоподъемных устройств в соответствии с международными и национальными требованиями | |
| ПК-7.1: | Умеет осуществлять безопасное техническое использование электрооборудования и средств автоматики судовых палубных механизмов и грузоподъемных устройств в соответствии с международными и национальными требованиями |
| ПК-7.2: | Умеет осуществлять безопасное техническое обслуживание электрооборудования и средств автоматики судовых палубных механизмов и грузоподъемных устройств в соответствии с международными и национальными требованиями |
| ПК-7.3: | Умеет осуществлять безопасное диагностирование и ремонт электрооборудования и средств автоматики судовых палубных механизмов и грузоподъемных устройств в соответствии с международными и национальными требованиями |

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

| | |
|------------|--|
| 3.1 | Знать: |
| 3.1.1 | = классификацию элементов и их функциональное назначение в судовых автоматизированных системах управления; |
| 3.1.2 | - характеристики элементов и функциональных устройств судовой автоматики; |
| 3.1.3 | - влияние параметров элементов системы автоматического управления на её статические и динамические свойства. |
| 3.2 | Уметь: |
| 3.2.1 | - проводить настройку регулятора систем судовой автоматики; |

| | |
|------------|---|
| 3.2.2 | - рассчитывать и выбирать элементы судовой автоматики; |
| 3.2.3 | - читать схемы систем судовой автоматики и их функциональных узлов. |
| 3.3 | Владеть: |
| 3.3.1 | Методами расчета и выбора элементов судовой автоматики. |

4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| Вид занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/ | Семестр / Курс | Часов | Литература | ПрПо дгот |
|-------------|---|----------------|-------|----------------------|-----------|
| Раздел | Раздел 1. Основы судовой автоматики. Краткая характеристика элементов и устройств автоматики. | | | | |
| Лек | Классификация систем автоматики по принципу управления, назначение элементов автоматики. Структура автоматических устройств управления. Электромеханические аппараты автоматики, управления, распределительных устройств и релейной защиты. Входные и выходные сигналы, обратные связи, виды электрических схем. Статические и динамические характеристики элементов. Классификация элементов и устройств автоматики по выполняемым функциям. Коэффициент передачи элемента и его определение по статической характеристике. Порог чувствительности элемента, основные и дополнительные погрешности датчика. Блок-схема измерения и преобразования сигнала. Уравнение движения электропривода, построение и преобразование структурных схем, статический расчет. Понятие реактивного и активного момента. /Лек/ | 6 | 4 | Л1.1 Л1.2Л3.2 | 0 |
| Лаб | Выбор предохранителя. Выбор автоматического выключателя. Приведение статического момента механизма к валу двигателя, анализ заданных кинематических схем электропривода. Приведение моментов инерции и масс к валу двигателя, анализ заданных кинематических схем электропривода. /Лаб/ | 6 | 6 | Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 | 0 |
| Ср | /Ср/ | 6 | 18 | Л1.1Л3.2 | 0 |
| Раздел | Раздел 2. Датчики как измерительные элементы. | | | | |
| Лек | Датчики электрических и неэлектрических величин. Требования к датчикам, критерии выбора датчика. Датчики линейного перемещения и углового положения контролируемого объекта. Классификация датчиков по принципу действия. Потенциометрические (реостатные) датчики, варианты включения потенциометрических датчиков, вывод расчетной формулы с учетом подключенной нагрузки, анализ относительной погрешности, причины погрешности. Индуктивные и емкостные датчики перемещения, схемы включения, достоинства и недостатки. Энкодеры. Датчики температуры на основе термопар. /Лек/ | 6 | 14 | Л1.1 Л1.2 | 0 |
| Лаб | Анализ потенциометрических (реостатных) датчиков. Анализ индуктивных и емкостных датчиков. /Лаб/ | 6 | 10 | Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 | 0 |
| Ср | /Ср/ | 6 | 32 | Л1.1Л3.2 | 0 |
| Раздел | Раздел 3. Усилительно-преобразовательные устройства. | | | | |
| Лек | Операционные усилители (ОУ), свойства ОУ, вывод основного уравнения решающего блока на основе ОУ, передаточные функции схем корректирующих устройств на основе ОУ. Тахогенераторы постоянного тока, статические характеристики, достоинства и недостатки. Сельсины, индикаторный и трансформаторный режимы работы. Электромашинный усилитель с поперечным полем, регулировочная и внешние характеристики, анализ причин погрешности и направлений повышения качества работы усилителя, пути реализации систем электропривода с экскаваторной электромеханической характеристикой. /Лек/ | 6 | 10 | Л1.1 Л1.2 | 0 |
| Лаб | Исследование регуляторов на основе операционного усилителя. /Лаб/ | 6 | 2 | Л1.1Л3.1 Л3.2 | 0 |
| Ср | /Ср/ | 6 | 20 | Л1.1Л3.2 | 0 |
| Раздел | Раздел 4. Исполнительные элементы автоматических систем. | | | | |

| | | | | | |
|-----|--|---|----|-----------------------|---|
| Лек | Общая характеристика. Классификация исполнительных элементов. Основные понятия и определения. Электромагнитные муфты. Исполнительные двигатели постоянного тока. Исполнительные двигатели переменного тока. Шаговые двигатели. /Лек/ | 6 | 2 | Л1.1 Л1.2 | 0 |
| Лаб | Изучение работы схем с исполнительными элементами. /Лаб/ | 6 | 2 | Л1.1Л3.1 Л3.2 Л3.3 | 0 |
| ИКР | /ИКР/ | 6 | 8 | Л3.2 | 0 |
| Ср | /Ср/ | 6 | 16 | Л1.1Л3.2 | 0 |

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

а) основная учебная литература

1. Авдеев, Б. А. Элементы и функциональные устройства судовой автоматики: учебное пособие / Б.А. Авдеев. – СПб.: Научно-технические технологии, 2018. – 260 с.
2. Преображенский А.В. Элементы и функциональные устройства систем автоматики. Конспект лекций : учебное пособие / А.В. Преображенский. – Н.Новгород: Изд-во ФГОУ ВПО «ВГАВТ», 2007. – 80 с.

б) дополнительная учебная литература

3. Кузнецов, С. Е. Техническая эксплуатация судового электрооборудования : учеб.-справ. Пособ. Для вузов, для студ. Обуч. По спец. 180404 «Экспл. Судового электрооборуд. И средств автоматики» и 180403 «Экспл. Судовых энергет. Установок» / С. Е. Кузнецов, Л. А. Лемин, Ю. В. Кудрявцев и др. ; Под ред. С. Е. Кузнецова ; Фед. Агентство мор. И реч. Трансп., Фед. Гос. Образоват. Учреждение высш. Проф. Образования, Гос. Мор. Акад. Им. Адмирала С. О. Макарова, Каф. Судовых автоматизир. Электроэнергет. Систем. – М.: Проспект, 2010. – 512 с. : Ил. – ISBN 978-5-392-02196-3.
4. Слободской, В. Х. Электрические и электронные аппараты : учеб. пособие. Ч. 3 : Датчики неэлектрических величин, измерители частоты вращения / Слободской В. Х. :Новосибирск : НГАВТ, 2004. – 37 с
5. Аполлонский, С. М. Электрические аппараты управления и автоматики: учебное пособие / С. М. Аполлонский, Ю. В. Куклев, В. Я. Фролов. — 2 е изд., стер. — СПб.: Лань, 2019. — 256 с.
6. Бурков, А.Ф. Основы теории и эксплуатации судовых электроприводов [Электронный ресурс]: учебник / А. Ф. Бурков. — 3 е изд., стер. — Санкт Петербург : Лань, 2019. — 340 с.
7. Фролов, Ю.М. Сборник задач и примеров решений по электрическому приводу [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2012. — 368 с.
8. Гросс В. Ю. Теория автоматического управления : метод. указ. к компьютер. варианту лабораторных работ по курсу "Теория автоматического управления" / В. Ю. Гросс, Е. Г. Гурова ; М-во трансп. Рос. Федерации; Федер. агентство мор. и реч. трансп.; ФБОУ ВПО "Новосиб. гос. акад. вод. трансп.". - Новосибирск : НГАВТ, 2014. - 54 с. : ил. - Библиогр.: с. 53.
9. Справочник по автоматизированному электроприводу / под ред. В. А. Елисеева, А. В. Шинянского. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 616 с. : ил.
10. Самулеев, В.И. Электрооборудование судов : курс лекций для студ. и курс. оч. и заоч. обуч. спец-ти «Эксплуатация судовых энергетических установок» / В.И. Самулеев [и др.]. – Н. Новгород : Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2016. – 232 с.
11. Судовые электроприводы : справочник : в 2 т. – Л.: Судостроение, 1975. – 392 с.

7 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

12. Слободской, В.Х. Лабораторная работа №2. Исследование операционных усилителей. – Новосибирск: НГАВТ 2004
13. Пилипенко, К. Г. Лабораторная работа №6. Исследование магнитных усилителей. – Новосибирск: НГАВТ, 2006
14. Слободской, В.Х. Электрические и электронные аппараты: лаб. работа №2 «Исследование регуляторов на основе операционных усилителей» : метод. Указ. / Слободской В.Х. ;Новосиб. Гос. Акад. Вод. Трансп. – Новосибирск : НГАВТ, 2004. – 22 с.
15. Слободской, В. Х. Электрические и электронные аппараты: метод. Указ. по выполнению курсовой работы /Слободской В. Х. Слободской ; - Новосибирск : НГАВТ, 2006. – 17 с

8 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

16. Краткий технический справочник по инженерным дисциплинам [Электронный ресурс] : спец. 140604.65 "Электропривод и автоматика промыш. установок и технологических комплексов" / Антипьева Любовь Анатольевна [и др.] ; Антипьева Л. А., Гросс В. Ю., Гурова Е. Г. [и др.] ; под общ. ред. Б. В. Палагушкина [и др.] ; М-во трансп. Рос. Федерации, Фед. агентство мор. и реч. транспорта, ФБОУ ВПО "Новосиб. гос. акад. водного транспорта". - Новосибирск : НГАВТ, 2014. - 397 с. : ил. - Библиогр.: с. 396-397 (30 назв.). - Сетевой ресурс. Открывается с использованием Adobe reader версии 9.0 и новее.
17. Раздобреев, М.М. Теория автоматического управления. Анализ линейных систем: учебное пособие/ М.М. Раздобреев, В.Ю. Гросс, Б.В. Палагушкин, М.Н.Романов. - Новосибирск: Сиб. гос. ун-в. водн. трансп., 2020.- 111 с.
18. Фролов, Ю.М. Сборник задач и примеров решений по электрическому приводу [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 368 с.

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

19. Электронный журнал «Новости электротехники». [Электронный ресурс]. Доступ свободный. – URL:

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Перечень видов оценочных средств

6.2. Темы письменных работ

Расчет и анализ системы электропривода: индивидуальное задание.

6.3. Контрольные вопросы и задания

5.3.1 Этап I - Формирование знаний

Примерные вопросы для зачета:

1. Классификация систем автоматики по принципу управления, назначение элементов автоматики.
2. Классификация элементов и устройств автоматики по выполняемым функциям.
3. Коэффициент передачи элемента и его определение по статической характеристике.
4. Блок-схема измерения и преобразования сигнала. Порог чувствительности элемента, основные и дополнительные погрешности датчика.
5. Требования к датчикам, критерии выбора датчика.
6. Потенциометрические (реостатные) датчики, схема потенциометра, вывод расчетной формулы с учетом подключенной нагрузки, анализ погрешности, статические характеристики.
7. Потенциометрические (реостатные) датчики, варианты включения двухтактных потенциометрических датчиков, статические характеристики.
8. Дифференциальная схема включения индуктивного датчика.
9. Индуктивный трансформаторный датчик перемещения, достоинства и недостатки.
10. Емкостные датчики, особенности построения.
11. Операционные усилители (ОУ), свойства ОУ.
12. Операционные усилители (ОУ), вывод основного уравнения решающего блока на основе ОУ.
13. Операционные усилители (ОУ), примеры реализации передаточных функций корректирующих устройств.
14. Электромашинные преобразователи, тахогенераторы постоянного тока, статические характеристики, достоинства и недостатки.
15. Электромашинный усилитель с поперечным полем, регулировочная и внешние характеристики, анализ причин погрешности и направлений повышения качества работы усилителя.

5.3.2 Этап II - Формирование способностей

Примерные вопросы для зачета:

1. Построить график движения электропривода с тремя участками:
 - а) равноускоренное движение при пуске с постоянным угловым ускорением электропривода;
 - б) движение с постоянной угловой скоростью вращения вала двигателя;
 - в) равнозамедленное движение с постоянным угловым торможением электропривода.

Уравнение движения электропривода:

$$M_{\text{дин}} = M - M_c = J \frac{d\omega}{dt} = J \cdot \varepsilon,$$

где J - момент инерции на валу двигателя, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$;

M - электромагнитный момент, развиваемый двигателем, $\text{Н} \cdot \text{м}$;

M_c - статический момент, создаваемый механизмом, $\text{Н} \cdot \text{м}$;

$M_{\text{дин}}$ - динамический момент, $\text{Н} \cdot \text{м}$;

ω - угловая скорость вращения вала двигателя, рад/с ;

$\varepsilon = d\omega/dt$ - угловое ускорение электропривода, рад/с^2 .

По знаку динамического момента $M_{\text{дин}}$ определить математические особенности двух режимов:

- 1) установившийся режим:
- 2) переходный режим:
 - а) равноускоренное движение при пуске;
 - б) равнозамедленное движение.
2. Найти правильные ответы
 - 1) Какой момент определяет режим работы электропривода?
 1. Момент двигателя.
 2. Статический момент.
 3. Динамический момент.
 - 2) Что является причиной возникновения динамического момента в системе электропривода?
 - 3) Разгон двигателя возможен, если:
 - а) $M = M_c$; б) $M < M_c$; в) $M > M_c$; г) $0 < M < M_c$.
 - 4) Замедленное движение двигателя возможно, если:
 - а) $M = M_c$; б) $M < M_c$; в) $M > M_c$; г) $0 < M < M_c$.
 - 5) Найти формулу времени разгона двигателя на холостом ходу при $J = \text{const}$ и $M = \text{const}$.
 - 6) Найти формулу времени разгона двигателя при $M_{\text{дин}} = \text{const}$. Как изменится время разгона, если момент инерции на валу двигателя J уменьшится в 2 раза?

5.3.3 Этап III – Интеграция способностей

Примерные вопросы для зачета:

1. Дана кинематическая схема электропривода, состоящая из электродвигателя, редуктора и барабана грузоподъемного механизма. Найти приведенный к валу двигателя момент сопротивления M_c при подъеме груза (прямое направление

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| Назначение | Оборудование |
|---|---|
| Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа | 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 |
| Компьютерный класс - учебная аудитория для проведения лабораторных занятий | Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; ПК – 15 шт. (в т.ч преподавательский) |
| 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 групповых и индивидуальных консультаций | Аудиторная доска 1 шт.; Комплект учебной мебели; Лабораторное оборудование: ПК, 7шт.; 3D-принтер, 7 шт.; Универсальный микропроцессорный комплекс, 10 шт.; Аналоговый вычислительный комплекс – 6, 5 шт. |
| 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 |