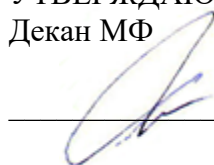


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Мореходный факультет

Кафедра «Энергетические установки и электрооборудование судов»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан МФ



/С.Ю. Труднев/

«29» января 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

ЭЛЕМЕНТЫ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА СУДОВОЙ АВТОМАТИКИ

по специальности

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

направленность (профиль): отсутствует  
квалификация: инженер-электромеханик

Петропавловск-Камчатский  
2025

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» 29.01.2025 г., протокол № 5 и в соответствии с требованиями Конвенции ПДНВ (Правило III/6 МК ПДНВ с поправками, Раздел А-III/6).

Составитель рабочей программы

Старший преподаватель кафедры «ЭУЭС»



Ястребов Д.П.

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «ЭУЭС»

«22» ноября 2024 г., протокол № 5

Заведующий кафедрой «ЭУЭС»

к.т.н., доцент



«29» января 2025 г.

Белов О.А.

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «**Элементы и функциональные устройства судовой автоматики**» является формирование глубоких знаний в области номенклатуры, принципов построения, алгоритмов функционирования, методов анализа устройств судовой автоматики, также выработка умений и навыков, необходимых для расчета и выбора элементов, диагностики и настройки.

Задачи изучения дисциплины заключаются в приобретении курсантами и студентами теоретических и практических знаний, необходимых для грамотной эксплуатации элементов и функциональных устройств судовой автоматики, комплексное формирование общекультурных и профессиональных компетенций обучающихся.

Предметом данного курса является всестороннее изучение судовых элементов судовой автоматики: датчиков, усилительных элементов, функциональных преобразовательных элементов, в том числе АЦП и ЦАП, исполнительных двигателей.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование профессиональных компетенций:

**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.

**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.

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

Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представлены в таблице.

Таблица - Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы:

| Код компетенции | Наименование компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Код и наименование индикатора достижения                                                                                                                 | Планируемый результат обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Код показателя освоения |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| <b>ПК-1</b>     | 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                                                         | <b>Знать:</b><br>– устройство, принцип действия и эксплуатационные характеристики отдельных элементов и системы в целом;<br>– физические процессы и свойства элементов в статических и динамических режимах работы;<br>– организацию технической эксплуатации, технического обслуживания и ремонта судовых элементов автоматики;<br>– основы безопасной | <b>З(ПК-1)1</b>         |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | ИД-2 <sub>ПК-1</sub> . Знает гребные электрические установки судов, электродвигатели и системы управления                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>З(ПК-1)2</b>         |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | ИД-3 <sub>ПК-1</sub> . Знает высоковольтные технологии, включая специальный тип высоковольтных систем и опасности, связанные с рабочим напряжением более |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>З(ПК-1)3</b>         |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                      |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p>1000 вольт<br/>ИД-4<sub>ПК-1</sub> Умеет анализировать параметры технического состояния электрооборудования<br/>ИД-5<sub>ПК-1</sub> Умеет работать с технической документацией по эксплуатации электрооборудования и автоматики</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <p>эксплуатации и требования Регистра РФ, предъявляемые к судовым системам и элементам автоматики.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>З(ПК-1)4</b>                                                      |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выбирать состав действующих технических элементов автоматики</li> <li>– оценивать режим работы и техническое состояние работающих элементов автоматики или системы по контрольным параметрам и признакам их нормальной работы;</li> <li>– осуществлять поиск и устранение неисправностей, организовывать техническое обслуживание и ремонт элементов автоматики или системы.</li> </ul> | <p><b>У(ПК-1)1</b></p> <p><b>У(ПК-1)2</b></p> <p><b>У(ПК-1)3</b></p> |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>–приёмами эксплуатации судовых элементов автоматики;</li> <li>–построением и чтением электрических схем;</li> <li>–использованием технической документации и ведением судовой эксплуатационной документации.</li> </ul>                                                                                                                                                                 | <p><b>В(ПК-1)1</b></p> <p><b>В(ПК-1)2</b></p> <p><b>В(ПК-1)3</b></p> |
| <b>ПК-2</b> | 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 | <p>ИД-1<sub>ПК-2</sub>. Знает устройство (конструкцию) электрооборудования и устройств автоматики<br/>ИД-2<sub>ПК-2</sub>. Знает назначение и технические характеристики электрооборудования и устройств автоматики, электрорадионавигационных систем, судового технологического и бытового оборудования<br/>ИД-3<sub>ПК-2</sub>. Умеет анализировать параметры технического состояния электрооборудования<br/>ИД-4<sub>ПК-2</sub>. Умеет работать с технической документацией по эксплуатации электрооборудования и автоматики</p> | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– современные методы диагностики и ремонта элементов и систем автоматики.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>З(ПК-2)1</b>                                                      |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить сбор и анализ данных о режимах работы судового электрооборудования.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>У(ПК-2)1</b>                                                      |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– способностью к переоценке накопленного опыта, анализу своих возможностей, самообразованию и постоянному совершенствованию в профессиональной, интеллектуальной, культурной и нравственной деятельности.</li> </ul>                                                                                                                                                                    | <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<br>ИД-2 <sub>ПК-3</sub> . Знает назначение и технические характеристики электрооборудования и устройств автоматики палубных механизмов, тралового и грузоподъемного оборудования<br>ИД-3 <sub>ПК-3</sub> . Умеет анализировать параметры технического состояния электрооборудования<br>ИД-4 <sub>ПК-3</sub> . Умеет работать с технической документацией по эксплуатации электрооборудования и автоматики | <b>Знать:</b><br>– принцип работы судовых элементов автоматики и систем;<br>– основные принципы и правила подготовки судовых элементов автоматики и систем к действию;<br>– основные принципы диагностирования и алгоритмы поиска неисправностей судовых автоматизированных электроэнергетических систем | З(ПК-3)1                 |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | – читать электрические схемы;<br>– находить неисправность в системе;                                                                                                                                                                                                                                     | З(ПК-3)2<br><br>З(ПК-3)3 |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Уметь:</b><br>– читать электрические схемы;<br>– находить неисправность в системе;                                                                                                                                                                                                                    | У(ПК-3)1<br><br>У(ПК-3)2 |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Владеть:</b><br>– навыками эксплуатации судовых элементов автоматики и систем;<br>– основными положениями правил технической эксплуатации элементов и систем                                                                                                                                          | В(ПК-3)1<br><br>В(ПК-3)2 |

### 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Элементы и функциональные устройства автоматики» (Б1.В.12) относится к части, формируемой участниками образовательных отношений в структуре основной профессиональной образовательной программы.

*Связь с предшествующими и последующими дисциплинами*

Данная дисциплина базируется на совокупности таких дисциплин, как «Физика», «Теоретические основы электротехники», «Судовые электрические машины», «Судовая электроника», «Теория автоматического управления».

Результаты освоения дисциплины используются при изучении последующих дисциплин профессионального цикла ООП, обеспечивающих дальнейшую подготовку в указанной области: «Основы технической эксплуатации судового электрооборудования и средств автоматики», «Системы управления энергетическими процессами и технологическими процессами».

Знания, умения и навыки, полученные по программе дисциплины, используются и углубляются при прохождении студентами практик и научно-исследовательской работы, выполнении выпускной квалификационной работы.

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1 Тематический план дисциплины

###### Очная форма обучения

| 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                        |
| Тема 1. Общие понятия об элементах судовых автоматизированных систем управления.                          | 7           | 2                  | 2                                          |                      |                     | 5                      | защита практических и лабораторных работ |                          |
| Тема 2. Статические характеристики элементов автоматики.                                                  | 8           | 4                  | 2                                          | 2                    |                     | 4                      |                                          |                          |
| Тема 3. Динамические характеристики элементов автоматики.                                                 | 6           | 2                  | 2                                          |                      |                     | 4                      |                                          |                          |
| Тема 4. Математическое описание элементов автоматики.                                                     | 10          | 6                  | 2                                          | 2                    | 2                   | 4                      |                                          |                          |
| Тема 5. Структурные схемы измерительных преобразователей.                                                 | 7           | 4                  | 2                                          | 2                    |                     | 3                      |                                          |                          |
| Тема 6. Индуктивные и емкостные преобразователи в судовой автоматике.                                     | 12          | 6                  | 2                                          | 2                    | 2                   | 6                      |                                          |                          |
| Тема 7. Индукционные чувствительные элементы.                                                             | 10          | 4                  | 2                                          |                      | 2                   | 6                      |                                          |                          |
| Тема 8. Сельсины.                                                                                         | 13          | 7                  | 2                                          | 3                    | 2                   | 6                      |                                          |                          |
| Тема 9. Датчики судовой автоматики.                                                                       | 8           | 4                  | 2                                          | 2                    |                     | 4                      |                                          |                          |
| Тема 10. Следящая система с синусно-косинусными поворотными трансформаторами.                             | 14          | 8                  | 4                                          | 2                    | 2                   | 6                      |                                          |                          |
| Тема 11. Усилительные элементы судовой автоматики.                                                        | 6           | 2                  | 2                                          |                      |                     | 4                      |                                          |                          |
| Тема 12. Магнитные усилители судовой автоматики.                                                          | 12          | 8                  | 2                                          | 2                    | 4                   | 4                      |                                          |                          |
| Тема 13. Гидравлические и пневматические элементы судовой автоматики.                                     | 6           | 2                  | 2                                          |                      |                     | 4                      |                                          |                          |
| Тема 14. Функциональные элементы автоматики.                                                              | 14          | 10                 | 6                                          | 2                    | 2                   | 4                      |                                          |                          |
| Тема 15. Исполнительные элементы судовой автоматики. Условия устойчивой работы исполнительных двигателей. | 11          | 7                  | 4                                          |                      | 3                   | 4                      |                                          |                          |
| Экзамен                                                                                                   |             |                    |                                            |                      |                     |                        | Коллоквиум, тест                         | 36                       |
| Всего                                                                                                     | 180         | 76                 | 38                                         | 19                   | 19                  | 68                     |                                          |                          |

###### Заочная форма обучения

| 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                        |
| Тема 1. Общие понятия об элементах судовых автоматизированных систем управления. | 7           | 2                  | 2                                          |                      |                     | 5                      | Контроль СРС, защи-     |                          |

|                                                                                                           |            |           |           |          |          |            |                                                               |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------|-----------|----------|----------|------------|---------------------------------------------------------------|----------|
| Тема 2.Статические характеристики элементов автоматики.                                                   | 10         | 2         | 2         |          |          | 8          | та практических и лабораторных работ, опрос                   |          |
| Тема 3.Динамические характеристики элементов автоматики.                                                  | 12         | 2         | 2         |          |          | 10         |                                                               |          |
| Тема 4.Математическое описание элементов автоматики.                                                      | 8          |           |           |          |          | 8          |                                                               |          |
| Тема 5.Структурные схемы измерительных преобразователей.                                                  | 10         | 2         |           | 2        |          | 8          |                                                               |          |
| Тема 6. Индуктивные и емкостные преобразователи в судовой автоматике.                                     | 10         | 2         |           |          | 2        | 8          | Контроль СРС, защита практических и лабораторных работ, опрос |          |
| Тема 7.Индукционные чувствительные элементы.                                                              | 12         | 2         |           | 2        |          | 10         |                                                               |          |
| Тема 8.Сельсины.                                                                                          | 8          | 2         | 2         |          |          | 6          |                                                               |          |
| Тема 9.Датчики судовой автоматики.                                                                        | 18         | 2         |           |          | 2        | 16         |                                                               |          |
| Тема 10.Следящая система с синусно-косинусными поворотными трансформаторами.                              | 10         |           |           |          |          | 10         | Контроль СРС, защита практических и лабораторных работ, опрос |          |
| Тема 11.Усилительные элементы судовой автоматики.                                                         | 7          | 2         |           | 2        |          | 5          |                                                               |          |
| Тема 12.Магнитные усилители судовой автоматики.                                                           | 12         | 4         | 2         | 2        |          | 8          |                                                               |          |
| Тема 13. Гидравлические и пневматические элементы судовой автоматики.                                     | 16         |           |           |          |          | 16         |                                                               |          |
| Тема 14.Функциональные элементы автоматики.                                                               | 14         | 4         | 2         |          | 2        | 10         | Контроль СРС, защита практических и лабораторных работ, опрос |          |
| Тема 15. Исполнительные элементы судовой автоматики. Условия устойчивой работы исполнительных двигателей. | 17         | 2         |           |          | 2        | 15         |                                                               |          |
| <b>Экзамен</b>                                                                                            |            |           |           |          |          |            | Защита Кр                                                     | <b>9</b> |
| <b>Всего</b>                                                                                              | <b>180</b> | <b>28</b> | <b>12</b> | <b>8</b> | <b>8</b> | <b>143</b> |                                                               |          |

## 4.2 Содержания дисциплины по темам

*Тема 1 Лекция 1.* Общие понятия об элементах судовых автоматизированных систем управления.

Рассматриваемые вопросы:

Классификация элементов автоматики. Датчики. Усилители. Преобразователи. Функциональные устройства судовой автоматики.

*Тема 2. Лекция 2.* Статические характеристики элементов автоматики.

Рассматриваемые вопросы:

Статический режим работы элементов автоматики. Статические характеристики элементов автоматики. Коэффициент усиления.

*Практическое занятие 1.* Измерительные схемы параметрических датчиков: изучение измерительных схем параметрических датчиков

*Лабораторное занятие 1.* Исследование потенциометрических датчиков: изучение принципа действия, схем включения потенциометрических датчиков (задающих устройств), исследование влияния нагрузки на характеристики устройств.

*Основные понятия:* Датчики. Усилители. Преобразователи. Функциональные устройства судовой автоматики. Статические характеристики элементов автоматики. Измерительные схемы параметрических датчиков. Схемы включения потенциометрических датчиков.

*Вопросы для самоконтроля.*

1. На какие классы делятся электрические датчики по принципу действия.
2. Какие измерительные схемы используются в датчиках.
3. В чем состоит назначение потенциометрических преобразователей в системах автоматики?
4. Какие достоинства и недостатки можно выделить у потенциометрических датчиков?

*Литература:* [7, с. 57-62, 7, с. 2-10]

*Тема 3. Лекция 3.* Динамические характеристики элементов автоматики.

Рассматриваемые вопросы:

Переходная характеристика. Характерные переходные характеристики. Динамические параметры элементов автоматики.

*Тема 4. Лекция 4.* Математическое описание элементов автоматики.

Рассматриваемые вопросы:

Уравнения статики. Уравнения динамики.

*Практическое занятие 2.* Чувствительные элементы параметрических датчиков: классификация современных чувствительных элементов параметрических датчиков.

*Лабораторное занятие 2.* Исследование датчиков температуры: изучение принципов действия, характеристики схем включения датчиков температуры–термопары, терморезистора и термистора.

*Основные понятия:* Переходная характеристика. Динамические параметры элементов автоматики. Уравнения статики. Уравнения динамики. Чувствительные элементы параметрических датчиков. Схемы включения датчиков температуры–термопары, терморезистора и термистора.

*Вопросы для самоконтроля.*

1. Устройство и принцип действия термоэлементов судовой автоматики.
2. Сферы применения термоэлементов в судовой автоматике.
3. По каким характеристикам выбирается тип термопары.

*Литература:* [7, с. 52-68, 7, с. 10-15]

*Тема 5. Лекция 5.* Структурные схемы измерительных преобразователей.

Рассматриваемые вопросы:

Структурные схемы прямого преобразования. Структурные схемы с аналоговым выходом. Структурная схема дифференциального преобразователя.

*Тема 6. Лекция 6.* Индуктивные и емкостные преобразователи в судовой автоматике.

Рассматриваемые вопросы:

Индуктивные преобразователи в судовой автоматике. Емкостные преобразователи в судовой автоматике.

*Практическое занятие 3.* Генераторные чувствительные элементы: Термоэлектрические чувствительные элементы (термопары), фотоэлектрические чувствительные элементы (фотодиоды).

*Лабораторное занятие 3.* Исследование асинхронного тахогенератора: устройство и принцип действия асинхронных тахогенераторов переменного тока. Рабочие характеристики асинхронного тахогенератора переменного тока с полым немагнитным ротором.

*Основные понятия:* Структурные схемы прямого преобразования. Структурные схемы с аналоговым выходом. Структурная схема дифференциального преобразователя. Индуктивные и емкостные преобразователи в судовой автоматике. Термоэлектрические чувствительные элементы (термопары), фотоэлектрические чувствительные элементы (фотодиоды). Рабочие характеристики асинхронного тахогенератора переменного тока с полым немагнитным ротором.

*Вопросы для самоконтроля.*

1. Опишите структурные схемы измерительных преобразователей.
2. Устройство и принцип действия индуктивных и емкостных преобразователей.
3. Принцип действия термопары.
4. Опишите термоэлектрический эффект.
5. Где на судах используются фоторезисторы и пьезоэлементы.

*Литература:* [7, с. 68-76, 7, с. 16-22]

*Тема 7. Лекция 7.* Индукционные чувствительные элементы.

Рассматриваемые вопросы: Тахогенератор постоянного тока. Асинхронные тахогенераторы. Вращающиеся трансформаторы.

*Тема 8. Лекция 8.* Сельсины. Рассматриваемые вопросы:

Устройство и принцип действия. Индикаторный и трансформаторный режимы работы.

*Практическое занятие 4.* Индукционные чувствительные элементы: Индукционный частотный преобразователь частоты вращения. Поворотные (вращающиеся) трансформаторы.

*Лабораторное занятие 4.* Исследование сельсинов: Индикаторный и трансформаторный режимы работы сельсинов.

*Основные понятия:* Тахогенератор постоянного тока. Асинхронные тахогенераторы. Вращающиеся трансформаторы. Устройство и принцип действия сельсинов. Индикаторный и трансформаторный режимы работы сельсинов. Поворотные (вращающиеся) трансформаторы.

*Вопросы для самоконтроля.*

1. Устройство и принцип действия тахогенератора постоянного тока.
2. Устройство и принцип действия асинхронного тахогенератора.
3. Устройство и принцип действия сельсинов.
4. Поясните различие в режимах работы сельсинов.
5. Где в судовой автоматике применяют индукционные чувствительные элементы.
6. Как подразделяют в зависимости от закона изменения выходного напряжения поворотные трансформаторы.

*Литература:* [7, с. 76-82, 7, с. 23-30]

*Тема 9. Лекция 9.* Датчики судовой автоматике. Рассматриваемые вопросы:

Датчики уровня в судовой автоматике. Датчики давления в судовой автоматике.

*Тема 10. Лекция 10.* Следящая система с синусно-косинусными поворотными трансформаторами. Рассматриваемые вопросы: Состав системы. Структурная схема системы. Принцип действия следящей системы.

*Практическое занятие 5.* Обратные связи в судовых усилителях: обратная связь по напряжению, по току, последовательная обратная связь, параллельная обратная связь.

*Лабораторное занятие 5.* Исследование нереверсивного магнитного усилителя: статические характеристики нереверсивного МУ.

*Основные понятия:* Датчики уровня в судовой автоматике. Датчики давления в судовой автоматике. Следящая система с синусно-косинусными поворотными трансформаторами. Обратная связь по напряжению, по току, последовательная обратная связь, параллельная обратная связь. Нереверсивный МУ.

*Вопросы для самоконтроля.*

1. Устройство и принцип действия датчиков уровня и давления.
2. Следящая система с синусно-косинусными поворотными трансформаторами: Состав системы. Структурная схема системы. Принцип действия следящей системы.
3. Какие физические процессы лежат в основе работы МУ?
4. Каково значение обратных связей в МУ?
5. Укажите области применения МУ в судовой автоматике.

*Литература:* [7, с. 82-86, с. 31-36]

*Тема 11. Лекция 11.* Усилительные элементы судовой автоматике.

Рассматриваемые вопросы: Классификация усилительных элементов судовой автоматике. Электромашинные усилители.

*Тема 12. Лекция 2.5.* Магнитные усилители судовой автоматике. Рассматриваемые вопросы: Принцип действия и статические характеристики. Типы и основные схемы магнитных усилителей. Физические процессы в нереверсивных магнитных усилителях.

*Практическое занятие 6.* Стабилизаторы в судовой автоматике: Параметрические стабилизаторы. Компенсационные стабилизаторы. Стабилитроны, стабисторы.

*Лабораторное занятие 6.* Исследование типовых регуляторов на базе операционного усилителя: устройство и принцип действия операционного усилителя. Схемы операционных усилителей.

*Лабораторное занятие 7.* Исследование типовых регуляторов на базе операционного усилителя: моделирование пропорциональных регуляторов на базе операционного усилителя.

*Лабораторное занятие 8.* Исследование типовых регуляторов на базе операционного усилителя: моделирование пропорционально-интегральных и пропорционально-интегрально- дифференциальных регуляторов на базе операционного усилителя.

*Основные понятия:* Электромашинные усилители. Принцип действия магнитного усилителя. Статические характеристики МУ. Типы и основные схемы магнитных усилителей. Физические

процессы в нереверсивных магнитных усилителях. Параметрические стабилизаторы. Компенсационные стабилизаторы. Стабилитроны, стабилосторы. Схемы операционных усилителей.

*Вопросы для самоконтроля.*

1. Классификация усилительных элементов судовой автоматики.
2. Устройство и принцип действия электромашиного усилителя.
3. Устройство и принцип действия магнитного усилителя.
4. Опишите основные схемы магнитных усилителей.
5. Как классифицируют стабилизаторы по принципу действия
6. Основные параметры стабилизаторов.
7. Опишите виды и схемы типовых регуляторов на базе операционного усилителя.

*Литература:* [7, с. 87-91, с. 36-44]

*Тема 13. Лекция 13.* Гидравлические и пневматические элементы судовой автоматики.

Рассматриваемые вопросы: Общая характеристика. Классификация гидравлических и пневматических элементов судовой автоматики.

*Тема 14. Лекция 14.* Функциональные элементы автоматики. Рассматриваемые вопросы:

Функциональные потенциометры и резисторы. Функциональные преобразователи. Логические функциональные элементы автоматики.

*Тема 15. Лекция 15.* Исполнительные элементы судовой автоматики. Условия устойчивой работы исполнительных двигателей. Рассматриваемые вопросы: Классификация электрических исполнительных устройств. Электродвигатели постоянного тока как исполнительные элементы автоматики. Асинхронные двигатели как исполнительные элементы автоматики. Первое условие устойчивой работы исполнительных двигателей. Второе условие устойчивой работы исполнительных двигателей.

*Практическое занятие 7.* Исполнительные двигатели в судовой автоматике: Классификация электрических исполнительных устройств. Общие понятия и условия устойчивой работы исполнительных двигателей. Электрические исполнительные двигатели постоянного тока. Асинхронные исполнительные двигатели.

*Практическое занятие 8.* Эксплуатация элементов автоматики: Эксплуатация потенциометрических датчиков. Эксплуатация термореле и термодпар.

*Практическое занятие 9.* Эксплуатация элементов автоматики: Эксплуатация асинхронных тахогенераторов. Эксплуатация сельсинов. Эксплуатация магнитных усилителей.

*Практическое занятие 10.* Эксплуатация элементов автоматики: Эксплуатация функциональных устройств автоматики: эксплуатация операционных усилителей, эксплуатация логических элементов, эксплуатация электронных блоков на основе микропроцессоров.

*Лабораторное занятие 9.* Исследование исполнительного двигателя постоянного тока.

*Лабораторное занятие 10.* Диагностирование работоспособности транзисторов, диодисторов и тиристоров.

*Основные понятия:* Гидравлические и пневматические элементы судовой автоматики. Функциональные потенциометры и резисторы. Функциональные преобразователи. Логические функциональные элементы автоматики. Электродвигатели постоянного тока как исполнительные элементы автоматики. Асинхронные двигатели как исполнительные элементы автоматики. Первое условие устойчивой работы исполнительных двигателей. Второе условие устойчивой работы исполнительных двигателей. Эксплуатация потенциометрических датчиков. Эксплуатация термореле и термодпар. Эксплуатация асинхронных тахогенераторов. Эксплуатация сельсинов. Эксплуатация магнитных усилителей. Эксплуатация операционных усилителей, эксплуатация логических элементов, эксплуатация электронных блоков на основе микропроцессоров.

*Вопросы для самоконтроля.*

1. Какие гидравлические и пневматические элементы используются в судовой автоматике.
2. Опишите функциональные элементы судовой автоматики.
3. Исполнительные элементы судовой автоматики.
4. Эксплуатация основных элементов судовой автоматики

*Литература:* [7, с. 91-113, с. 44-57]

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

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

Самостоятельная работа студентов (СРС) по дисциплине «Элементы и функциональные устройства судовой автоматики» является важной составляющей частью подготовки студентов по специальности 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики» и выполняется в соответствии с требованиями к освоению основной образовательной программы подготовки специалиста по специальности 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики» ФГОС ВО.

Самостоятельная работа предназначена для развития навыков самостоятельного поиска необходимой информации по заданным вопросам или поставленной проблеме (теме).

В целом внеаудиторная самостоятельная работа студента при изучении дисциплины включает в себя следующие виды работ:

- проработка (изучение) материалов лекций;
- чтение и проработка рекомендованной основной и дополнительной литературы;
- подготовка к практическим занятиям;
- поиск и проработка материалов из Интернет-ресурсов, периодической печати;
- подготовка презентаций для иллюстрации материалов на заданную тему;
- подготовка к текущему и итоговому (промежуточная аттестация) контролю знаний по дисциплине (экзамен).

Основная доля самостоятельной работы студентов приходится на проработку рекомендованной литературы с целью освоения теоретического курса, подготовку к практическим занятиям, тематика которых полностью охватывает содержание дисциплины.

Для проведения практических и лабораторных занятий, для самостоятельной работы используется учебно-методическое пособие Толстова Л.А. Учебно-методическое пособие по дисциплине «Элементы и функциональные устройства судовой автоматики» для курсантов и студентов специальности 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики» очной и заочной форм обучения.

Студентам заочной формы обучения необходимо параллельно с изучением теории выполнить контрольную работу. Во время экзаменационно-лабораторной сессии защитить контрольную работу и сдать экзамен по дисциплине.

Рекомендации к выполнению самостоятельной и контрольной работам содержатся в методических указаниях Толстова Л.А. «Элементы и функциональные устройства судовой автоматики» - методические указания к самостоятельной и контрольной работам по дисциплине для студентов обучающихся по специальности 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики» заочной сокращенной формы обучения.

## **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, навы-

ков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

### Критерии оценивания качества устного ответа на экзамене

*Оценка «5» (отлично)* выставляется, если обучающийся показывает всесторонние и глубокие знания программного материала, знание основной и дополнительной литературы; последовательно и четко отвечает на вопросы билета и дополнительные вопросы; уверенно ориентируется в проблемных ситуациях; демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций, делать правильные выводы, проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании программного материала; подтверждает полное освоение компетенций, предусмотренных программой.

*Оценка «4» (хорошо)* выставляется, если обучающийся показывает полное знание программного материала, основной и дополнительной литературы; дает полные ответы на теоретические вопросы, допуская некоторые неточности; правильно применяет теоретические положения к оценке практических ситуаций; демонстрирует хороший уровень освоения материала и в целом подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой.

*Оценка «3» (удовлетворительно)* выставляется, если обучающийся показывает знание основного материала в объеме, необходимом для предстоящей профессиональной деятельности; при ответе на вопросы не допускает грубых ошибок, но испытывает затруднения в последовательности их изложения; не в полной мере демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций, подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой на минимально допустимом уровне.

*Оценка «2» (неудовлетворительно)* выставляется, если обучающийся имеет существенные пробелы в знаниях основного учебного материала по разделу; не способен аргументировано и последовательно его излагать, допускает грубые ошибки в ответах, неправильно отвечает на задаваемые преподавателем вопросы или затрудняется с ответом; не подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой.

### Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации (экзамен)

1. Электромагнитные исполнительные элементы автоматики.
2. Классификация элементов автоматики.
3. Статические характеристики элементов автоматики.
4. Динамические характеристики элементов автоматики.
5. Классификация измерительных преобразователей и датчиков.
6. Датчики уровня в системах судовой автоматики.
7. Измерительные схемы параметрических датчиков.
8. Тахометры, тахогенераторы.
9. Сигнализаторы уровня в судовой автоматике.
10. Реле давления в судовой автоматике.
11. Реле температуры в судовой автоматике.
12. Тензорезисторные преобразователи.
13. Термопреобразователи сопротивления медные, платиновые.
14. Термоэлектрические преобразователи (термопары).
15. Индуктивные преобразователи.
16. Трансформаторные преобразователи.
17. Пьезоэлектрические преобразователи.
18. Емкостные преобразователи.
19. Тахогенераторы как измерительные элементы судовой автоматики.
20. Асинхронный тахогенератор.
21. Магнитные усилители. Классификация, область применения, достоинства.
22. Магнитные усилители. Принцип работы.

23. Магнитные дроссели. Принцип работы.
24. Реверсивный магнитный усилитель.
25. Электромашинный усилитель с поперечным полем.
26. Сельсины. Использование в индикаторном режиме.
27. Сельсины. Использование в трансформаторном режиме.
28. Вращающиеся (поворотные) трансформаторы
29. Датчик активного тока.
30. Датчик обратной мощности.
31. Функциональные преобразователи как элементы автоматики.
32. Исполнительные двигатели судовой автоматики. Условия устойчивой работы исполнительных двигателей.
33. Шаговые электродвигатели.
34. Двухфазный асинхронный двигатель.
35. Судовые гидравлические и пневматические усилители.
36. Операционные усилители.
37. Тахогенераторы как элементы обратной связи в судовой автоматике.
38. Датчик угла рассогласования.
39. Датчик перемещения рейки топливного насоса судового дизеля.
40. Магнитоупругий датчик крутящего момента в судовой автоматике.

## **7. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### **7.1 Основная литература**

1. Жадобин Н.Е., Крылов А.П., Малышев В.А. Элементы и функциональные устройства судовой автоматики: Учебник. 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Элмор, 1998. 440с.

### **7.2 Дополнительная литература**

2. К, Буль, О.Б. Буль и др. Электро-механические аппараты автоматики. М.: Высшая школа. 2008. 210с.
3. Н, И, Волков, В. П. Миловзоров. Электромашинные устройства автоматики. М.: Высшая школа. 2007. с.320
4. Международная конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978 г. (ПДМНВ-78) с поправками ( консолидированный текст), - СПб.: ЗАО «ЦНИИМФ», 2010г. – 806с.
5. Функциональные устройства судовых автоматизированных систем. Под редакцией профессора д.т.н. М. Н. Катханова. Л.: Судостроение. 1991, с.330.

### **7.3 Методическое обеспечение:**

6. Ушакевич А.А. Элементы и функциональные устройства судовой автоматики: Учебное пособие для курсантов и студентов специальности 180404.65 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики» очной и заочной форм обучения / А.А. Ушакевич. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2010. – 149 с.
7. Толстова Л.А. Учебно-методическое пособие по дисциплине «Элементы и функциональные устройства судовой автоматики» для курсантов и студентов специальности 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики» очной и заочной форм обучения / Л.А. Толстова. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2016. – 114 с.
8. Толстова Л.А. «Элементы и функциональные устройства судовой автоматики» - ме-

тодические указания к самостоятельной и контрольной работам по дисциплине для студентов обучающихся по специальности 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики» заочной сокращенной формы обучения / Л.А. Толстова. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2017. –27 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**

**Рекомендации по освоению лекционного материала, подготовке к лекциям** Лекции являются основным видом учебных занятий в высшем учебном заведении. В ходе лекционного курса проводится изложение современных научных взглядов и освещение основных проблем изучаемой области знаний. Значительную часть теоретических знаний студент должен получать самостоятельно из рекомендованных основных и дополнительных информационных источников (учебников, Интернет-ресурсов, электронной образовательной среды университета). В тетради для конспектов лекций должны быть поля, где по ходу конспектирования делаются необходимые пометки. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. Вопросы, возникшие в ходе лекций, рекомендуется делать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснениями к преподавателю. После окончания лекции рекомендуется перечитать записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций рекомендуется использовать при подготовке к практическим занятиям и лабораторным работам, экзамену, контрольным тестам, коллоквиумам, при выполнении самостоятельных заданий.

**Рекомендации по подготовке к практическим занятиям.** Для подготовки к практическим занятиям необходимо заранее ознакомиться с перечнем вопросов, которые будут рассмотрены на занятии, рекомендуемой основной и дополнительной литературы. Необходимо прочитать соответствующие разделы из основной и дополнительной литературы, рекомендованной преподавателем, выделить основные понятия и процессы, их закономерности и движущие силы и взаимные связи. При подготовке к занятию не нужно заучивать учебный материал. На практических занятиях нужно выяснять у преподавателя ответы на интересующие или затруднительные вопросы, высказывать и аргументировать свое мнение.

**Рекомендации по организации самостоятельной работы.** Самостоятельная работа включает изучение учебной литературы, поиск информации в сети Интернет, подготовку к практическим занятиям, экзамену, выполнение самостоятельных практических заданий (рефератов, расчетно-графических заданий/работ, оформление отчетов по лабораторным работам и практическим заданиям, решение задач, изучение теоретического материала, вынесенного на самостоятельное изучение, изучение отдельных функций прикладного программного обеспечения и т.д.).

Необходимым условием успешного освоения дисциплины является прочное знание принципов описания и анализа динамических звеньев, заложенных при изучении дисциплин «Математический анализ», «Теоретические основы электротехники» и «Теория автоматического управления». Поэтому обучающийся должен при наличии пробелов в предшествующем образовании обратить первоочередное внимание на указанные разделы. Большое значение имеет навык чтения схем электронных устройств, поскольку современные функциональные устройства судовой автоматики выполнены на микроэлектронной элементной базе. Однако понимания принципов работы электронных схем невозможно достичь только изучением теоретического материала. Представления об изучаемых устройствах должны быть закреплены в процессе выполнения лабораторных работ. Настоятельно рекомендуется получить у преподавателя в личное пользование электронную

версию методических указаний по выполнению лабораторных работ и перед выполнением каждой работы подготовиться по теоретическим вопросам. При выполнении лабораторных работ следует осознавать, что моделирование функциональных устройств всегда оставляет некоторую свободу в выборе способа реализации функций устройства. Поэтому следует не копировать «слепо» готовые решения, а наоборот, пытаться найти способ построения адекватной модели самостоятельно.

Все рекомендации по выполнению практических и лабораторных работ содержатся в методических указаниях [РП, 6.3, п.6, 7].

## **10. КУРСОВОЙ ПРОЕКТ (РАБОТА)**

Выполнение курсового проекта (работы) 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. 7 и 8данной рабочей программы;
2. использование слайд-презентаций;

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

При освоении дисциплины используется лицензионное программное обеспечение:

1. текстовый редактор MicrosoftWord;
2. электронные таблицы MicrosoftExcel;
3. презентационный редактор MicrosoftPowerPoint.

### ***11.3 Перечень информационно-справочных систем***

- Сайт об электромеханике электротехнике электронике [elektromehanika.org](http://elektromehanika.org)

## **12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. для проведения занятий лекционного типа, практических и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы учебная аудитория № 3-403 с комплектом учебной мебели на 32 посадочных места;
2. доска аудиторная;
3. комплект лекций в MicrosoftWord по темам курса «ЭиФУСА»;
4. мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор);
5. плакаты;
6. обучающие программные пакеты;
7. методические пособия;
8. компьютеры;
9. плакаты;
10. схемы.