

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МОРСКОЙ ИНСТИТУТ

Кафедра «Судовое электрооборудование»

К.П. Путилин, А.К. Пронина

## **ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОМЕХАНИКИ**

### **Методические указания**

к самостоятельной работе студентов  
всех форм обучения специальности

26.05.06 «Эксплуатация судового электрооборудования  
и средств автоматики»

Севастополь  
СевГУ  
2019

УДК 621.313  
ББК 31.27  
П90

**Р е ц е н з е н т:**

**В.Е. Высоцкий** - д.т.н., профессор кафедры СЭО

**Путилин К.П.**

**П90 Основы электромеханики:** метод. указания к самостоятельной работе студентов специальности 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики» / К.П. Путилин, А.К. Пронина. - Севастополь: СевГУ, 2019. – 30 с.

Представлены методические указания и рекомендации, обеспечивающие самостоятельную работу студентов, изучающих учебную дисциплину «Основы электромеханики».

Методические указания предназначены для студентов очной и заочной форм обучения Севастопольского государственного университета, Морского института, специальности 26.05.07 – Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики.

УДК 621.313  
ББК 31.27

Рассмотрено и рекомендовано на заседании кафедры «Судовое электрооборудование» Морского института Севастопольского государственного университета в качестве методических указаний к самостоятельной работе по дисциплине «Основы электромеханики» для студентов специальности 26.05.07 – Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики, протокол заседания кафедры № 1 от 01 сентября 2017 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВВЕДЕНИЕ .....                                                                                           | 4  |
| 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ .....                                                                        | 5  |
| 1.1. Место дисциплины в структуре ООП .....                                                              | 6  |
| 1.2. Структура дисциплины .....                                                                          | 7  |
| 1.3. Планируемые результаты освоения и обучения по дисциплине .....                                      | 8  |
| 1.4. Компетенции инженера – электромеханика согласно требований .....                                    | 11 |
| А-III/6 ПДНВ – 78/95 .....                                                                               | 11 |
| 2. ВИДЫ И ФОРМЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО<br>УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОМЕХАНИКИ» ..... | 14 |
| 3. ПОДГОТОВКА К ЛЕКЦИЯМ .....                                                                            | 14 |
| 3.1. Общий подход к лекции .....                                                                         | 14 |
| 3.2. Примерное содержание лекционного курса .....                                                        | 15 |
| 3.3. Задания для самостоятельной работы .....                                                            | 17 |
| 5. ВЫПОЛНЕНИЕ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ .....                                                                   | 22 |
| 5.1. Требования к выполнению, критерии оценки и темы КР .....                                            | 22 |
| 3.1. Контрольная работа (для ЗФО) .....                                                                  | 22 |
| 6. ПОДГОТОВКА К КОНТРОЛЮ ЗНАНИЙ .....                                                                    | 23 |
| 6.1. Рекомендации для подготовки к промежуточной аттестации (экзамену или<br>зачету) .....               | 24 |
| 7. ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....                                                             | 26 |
| 8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО - КОММУНИКАЦИОННОЙ<br>СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» .....                           | 27 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 1 .....                                                                                       | 28 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 2 .....                                                                                       | 29 |

## ВВЕДЕНИЕ

Задача высшего образования (ВО) по морским специальностям не ограничивается подготовкой операторов судовых систем и оборудования. Важнейшей составляющей является формирование творческой личности специалиста, способного к саморазвитию, самообразованию, принятию сложных, ответственных решений в условиях динамичного развития морской отрасли, постоянного внедрения новых технологий, изменяющейся нормативно-правовой базы.

Важную роль в подготовке и формировании в студенте современного специалиста в любой отрасли играет самостоятельная работа, именно она позволяет при решении конкретных учебных задач приобщить студентов к практике, воспитать в них ответственность за выполненную инженерно-техническую работу, развить и закрепить навыки научно-исследовательской работы. В настоящее время именно через увеличение объема и качества самостоятельной работы происходит повышение качества специалистов.

Целью самостоятельной работы студентов является обучение навыкам работы с научно-теоретической, периодической, научно-технической литературой и нормативной документацией, необходимыми для углубленного изучения курса **СЗ.В.ДВ.5.2. Основы электромеханики**, а также развитие у них устойчивых способностей к самостоятельному изучению и изложению полученной информации.

Основными задачами самостоятельной работы студентов являются:

- овладение знаниями и наработка профессиональных навыков;
- приобретение опыта творческой и исследовательской деятельности;
- развитие творческой инициативы, самостоятельности и ответственности студентов.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Основы электромеханики» (ОЭМ), обеспечивает:

- закрепление знаний, полученных студентами в процессе лекционных и практических занятий;
- формирование навыков работы с периодической, научно-исследовательской литературой и нормативной документацией.

Самостоятельная работа является обязательной для каждого студента. Данное пособие «Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы по дисциплине ОЭМ» предлагается в помощь студентам для выполнения заданий самостоятельных работ, предусмотренных рабочей программой. Методические указания по организации и проведению самостоятельной работы могут быть использованы преподавателями на учебных занятиях и для самостоятельного освоения студентами учебной дисциплины «Основы электромеханики».

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью освоения дисциплины «Основы электромеханики»** является изучение студентами системы теоретических знаний и приобретения практических навыков анализа установившихся, переходных и аварийных режимов основных электромеханических преобразователей судовых электроэнергетических систем – синхронных генераторов и асинхронных двигателей.

**Основной задачей дисциплины** является изучение эксплуатационных характеристик синхронных генераторов и асинхронных двигателей, их совместная работа в установившемся и ненормальном режиме.

В результате освоения дисциплины ОЭМ обучающиеся по направлению 26.05.07 Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики готовятся к решению профессиональных задач в следующих видах профессиональной деятельности и должны обладать **профессиональными (ПК) компетенциями** (или их элементами), предусмотренными ФГОС ВПО:

**- в эксплуатационно-технологической деятельности и сервисной деятельности:**

**ПК-7** способностью и готовностью осуществлять безопасное техническое использование, техническое обслуживание судового электрооборудования и средств автоматики в соответствии с требованиями международных и национальных нормативно-технических документов (ПК-7);

**в организационно-управленческой деятельности:**

**ПК-16** способностью и готовностью выбрать и, при необходимости, разработать рациональные нормативы эксплуатации, технического обслуживания, ремонта и хранения судового электрооборудования и средств автоматики;

**в научно-исследовательской деятельности:**

**ПК-35** способен передавать знания по дисциплинам профессиональных циклов в образовательных учреждениях среднего профессионального и высшего профессионального образования.

**Компетенции, согласно требованиям Конвенции ПДНВ-78/95 с Манильскими поправками 2010г., отрабатываемые при изучении дисциплины ОЭМ**

Раздел А-III/6 Спецификация минимальных стандартов компетентности для электромехаников

**ПСК-4** Наблюдение за эксплуатацией электрических и электронных систем, а также систем управления Знание основ электроники и силовой электроники

**ПСК-23** Техническое обслуживание и ремонт оборудования электрических систем, распределительных щитов, электромоторов, генераторов, а также электросистем и оборудования постоянного тока;

**ПСК-24** Обнаружение неисправностей в электроцепях, установление мест неисправностей и меры по предотвращению повреждений;

**ПСК-29** Безопасная изоляция оборудования и связанных с ним систем, требуемая до выдачи персоналу разрешения на работу с такими механизмами и оборудованием.

### **1.1. Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина «Основы электромеханики» относится к вариативной части (по выбору) базового цикла ООП, подготовки специалистов по направлению подготовки (специальности) 26.05.07 – Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики и осваиваются студентами в период обучения. Курс предусматривает углубленное изучение студентами основ электромеханики и предусматривает ряд вопросов совместной работы электрооборудования, вопросы устойчивости, включение СГ к сети большой мощности, а также работу электрооборудования в ненормальных и аварийных режимах.

Для освоения дисциплины студент должен

#### **Знать:**

- основные законы электромеханического преобразования энергии;
- классификация электромеханических преобразователей
- уравнения движения;
- энергия электрического и магнитного полей. Силы и моменты, возникающие при электромеханическом преобразовании энергии;
- электромагнитные, электродинамические и электростатические преобразователи;
- законы преобразования энергии в трехфазных синхронных генераторах;
- понятия статической и динамической устойчивости параллельной работы генераторов в системе;
- принципы регулирования и распределения активной и реактивной мощности между генераторами системы;
- аварийные режимы: короткие замыкания и несинхронные включения генераторов;
- законы преобразование электрической энергии в механическую в электродвигателях;
- энергетические диаграммы установившихся режимов АД различного исполнения.

#### **Уметь:**

- анализировать работу простейшего электромеханического преобразователя;
- включать нагрузку на дизель-генератор при автономном режиме работы;
- включать СГ на параллельную работу с сетью бесконечно большой мощности;

- применять знания основных законов электромеханики для оценки качества переходных процессов и устойчивости режимов при параллельной работе электрических машин;
- рассчитывать схемы замещения электрических машин в номинальном и ненормальном режимах работы.

### **Владеть:**

- методами расчета режима пуска короткозамкнутого АД от судового синхронного генератора;
- методами расчета ненормальных режимов работы АД: при отклонениях и колебаниях напряжения и частоты, при перегрузке, при обрыве фазы;
- методами расчета параметров режимов совместной работы асинхронного двигателя и рабочего механизма; устойчивость совместной работы;
- методикой расчета потерь энергии в электрической машине, расчетными формулами номинальных параметров и параметров режима, КПД, коэффициента мощности;
- методом определения устойчивости работы электроэнергетической системы при изменении параметров режима.

## **1.2. Структура дисциплины «Основы электромеханики»**

Таблица 1.1 – Распределение объема дисциплины по видам работ

| Курс                   | Семестр | Общий объем,<br>ЗЕ (ч) | Контактная работа, ч |                         |                         |                         | Самостоятельная<br>работа, ч | Реферат, РГЗ, контр.<br>работа, коллоквиум | Курсовой<br>проект (работа) | Зачет<br>(семестр) | Экзамен<br>(семестр) |
|------------------------|---------|------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------|--------------------|----------------------|
|                        |         |                        | Лекции               | Практические<br>занятия | Лабораторные<br>занятия | В т.ч.<br>интерактивных |                              |                                            |                             |                    |                      |
| Очная форма обучения   |         |                        |                      |                         |                         |                         |                              |                                            |                             |                    |                      |
| 5                      | 9       | 3<br>(108)             | 14                   | 14                      | 0                       | 10                      | 80                           | -                                          | –                           | 9                  | -                    |
| Заочная форма обучения |         |                        |                      |                         |                         |                         |                              |                                            |                             |                    |                      |
| 5                      | 10      | 3<br>(108)             | 6                    | 4                       | 0                       | -                       | 94                           | КР                                         | –                           | 9                  | -                    |

Примерная структура дисциплины ОЭМ приведена в табл. 1.2.

Таблица 1.2 – Структура дисциплины ОЭМ

| Название<br>содержательных<br>разделов и тем<br>учебной<br>дисциплины                              | Очная             |             |    |        |     | Заочная           |             |          |          |           | Форма<br>текущего<br>контроля                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|----|--------|-----|-------------------|-------------|----------|----------|-----------|----------------------------------------------|
|                                                                                                    | Объ<br>ем,<br>час | в том числе |    |        |     | Объе<br>м,<br>час | в том числе |          |          |           |                                              |
|                                                                                                    |                   | лек         | пз | л<br>р | срс |                   | ле<br>к     | пз       | л<br>р   | срс       |                                              |
| <b>Р1.</b><br>Электромеханичес<br>кое<br>преобразование<br>энергии в<br>синхронных<br>генераторах  | <b>53</b>         | 17          | 17 | 0      | 32  | 46                | 3           | 2        | 0        | 24        | Контроль на<br>ПЗ<br>Устный опрос<br>семинар |
| <b>Р2.</b><br>Электромеханичес<br>кое<br>преобразование<br>энергии в<br>асинхронных<br>двигателях. | <b>53</b>         | 17          | 17 | 0      | 32  | 46                | 3           | 2        | 0        | 24        | Контроль на<br>ПЗ<br>Устный опрос<br>семинар |
| <b>Выполнение<br/>контрольной<br/>работа</b>                                                       | <b>0</b>          |             |    |        | 10  | 14                |             |          |          | 32        | Контроль за<br>выполнен. КР                  |
| <b>Подготовка и<br/>сдача зачета</b>                                                               | <b>2</b>          |             |    |        | 2   | <b>4</b>          |             |          |          | <b>14</b> | Подготовка к<br>сдаче зачета                 |
| <b>Всего за семестр</b>                                                                            | <b>108</b>        | 14          | 14 | 0      | 80  | <b>108</b>        | <b>6</b>    | <b>4</b> | <b>0</b> | <b>94</b> |                                              |

### 1.3. Планируемые результаты освоения и обучения по дисциплине

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы приведены в табл. 1.3.

Таблица 1.3 – Планируемые результаты обучения по ФГОС ВО

| Код и уровень формируемой компетенции по ОП ВО                                                                                                                                                                                                                                            | Владения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Умения                                                                                                                                                                                                                                               | Знания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Профессиональные компетенции (ПК)</b>                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>ПК-7:</b><br>(второй уровень)<br>способностью и готовностью осуществлять безопасное техническое использование, техническое обслуживание судового электрооборудования и средств автоматики в соответствии с требованиями международных и национальных нормативно-технических документов | <b>В (ПК-7) – II:</b><br>-навыками и готовностью осуществлять техническое обслуживание и эксплуатацию судового электрооборудования и средств автоматики;<br>-навыками разработки, оформления конструкторской и технологической документации, пользования стандартами, комплексами стандартов и другой нормативной документацией, требования международной системы стандартизации (ISO); | <b>У (ПК-7) – II:</b><br>- правильно и безопасно осуществлять эксплуатацию и техническое обслуживание судового электрооборудования и средств автоматики в соответствии с требованиями международных и национальных нормативно-технических документов | <b>З (ПК-7) – II:</b><br>-физические явления в электрических машинах, установках и аппаратах, основы электротехники и электромеханики - характеристики, эксплуатационные, регулировочные свойства электрических машин в различных режимах работы;<br>-назначение средств автоматики в устройствах управления и защиты электромашин в судовой системе электроснабжения |
| <b>ПК-16:</b><br>(второй уровень)<br>способностью и готовностью выбрать и, при необходимости, разработать рациональные нормы эксплуатации, технического обслуживания, ремонта и хранения судового электрооборудования и средств автоматики;                                               | <b>В (ПК-16) – II:</b><br>-навыками использования и разработки нормативной технической документации для эксплуатации, обслуживания, ремонта и хранения судового электрооборудования и средств автоматики<br>- навыками работы в прикладных компьютерных                                                                                                                                 | <b>У (ПК-16) – II:</b><br>-использовать современные информационные технологии для решения прикладных задач в сфере эксплуатации, технического обслуживания, ремонта и хранения судового электрооборудования и средств автоматики;                    | <b>З (ПК-16) – II:</b><br>-современные информационные технологии, средства их реализации, основы работы в Интернет сетях, касающихся эксплуатации, технического обслуживания, ремонта и хранения судового электрооборудования и средств автоматики;                                                                                                                   |

| Код и уровень формируемой компетенции по ОП ВО                                                                                                                                                           | Владения                                                                                                                                                                                                | Умения                                                                                                                                                                                                                         | Знания                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                          | программах для систематизации номенклатуры технических судовых средств по эксплуатации, ремонту и хранению судового электрооборудования и средств автоматики                                            |                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>ПК-35:</b><br>(второй уровень)<br>способен передавать знания по дисциплинам профессиональных циклов в образовательных учреждениях среднего профессионального и высшего профессионального образования. | В (ПК-35) – II:<br>- навыками и способностью передавать знания по дисциплинам профессиональных циклов в образовательных учреждениях среднего профессионального и высшего профессионального образования. | У (ПК-35) – II:<br>- применять свои способности на практике с целью передавать знания по дисциплинам профессиональных циклов в образовательных учреждениях среднего профессионального и высшего профессионального образования. | З (ПК-35) – II:<br>-методами обработки информации, статистики; основные понятия и методы математического анализа -основы изучаемых дисциплин и методы педагогического представления изучаемого материала в образовательных учреждениях среднего профессионального и высшего профессионального образования. |

# **1.4. Компетенции инженера-электромеханика согласно требований А-III/6 ПДНВ – 78/95**

Таблица 1.4 – Распределение компетенций инженера – электромеханика согласно требований А – III/6 ПДНВ – 78/95 с Манильскими поправками 2010

| Код компетенции                                                                                                                                                                                 | Сфера компетентности                                                                             | Знания, понимания, профессиональные навыки                                                                                                                                | Методы достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Критерии для оценки компетентности                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Профессионально специализированная компетенция</p> <p><b>ПСК –4</b></p> <p>Функция:<br/>Функция: Электрооборудование, электронная аппаратура и системы управления на уровне эксплуатации</p> | <p>Наблюдение за эксплуатацией электрических и электронных систем, а также систем управления</p> | <p>Знание основ электроники и силовой электроники</p>                                                                                                                     | <p>Экзамен и оценка результатов подготовки, полученной в одной или нескольких из следующих форм:</p> <p>.1 одобренный опыт работы</p> <p>.2 одобренный опыт подготовки на учебном судне</p> <p>.3 одобренная подготовка на тренажере, где это применимо</p> <p>.4 одобренная подготовка с использованием лабораторного оборудования</p> | <p>Эксплуатация оборудования и систем соответствует</p> <p>руководствам по эксплуатации</p> <p>Рабочие характеристики соответствуют техническим спецификациям</p>        |
| <p>Профессионально специализированная компетенция</p> <p><b>ПСК-23</b></p> <p>Функция:<br/>Электрооборудование, электронная аппаратура</p>                                                      | <p>Техническое обслуживание и ремонт электрического и электронного оборудования</p>              | <p>Техническое обслуживание и ремонт оборудования электрических систем, распределительных щитов, электродвигателей, генераторов, а также электросистем и оборудования</p> | <p>Оценка результатов подготовки, полученной в одной или нескольких из следующих форм:</p> <p>.1 одобренная подготовка в</p>                                                                                                                                                                                                            | <p>Меры безопасности при работе соблюдаются надлежащим образом</p> <p>Ручные инструменты, измерительные приборы и контрольно-измерительное оборудование выбираются и</p> |

|                                                                                                                                                                                    |                                                                                     |                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| и системы управления на уровне эксплуатации                                                                                                                                        |                                                                                     | постоянного тока                                                                                                        | <p>мастерских</p> <p>.2 одобренные практический опыт и проверки</p> <p>.3 одобренный опыт работы</p> <p>.4 одобренный опыт подготовки на учебном судне</p>                                                                                                                       | <p>используются надлежащим образом, и толкование результатов точное</p> <p>Разборка, осмотр, ремонт и сборка оборудования производятся в соответствии с наставлениями и хорошей практикой</p> <p>Сборка и рабочие испытания производятся в соответствии с наставлениями и хорошей практикой</p>                                                                                                                                                                   |
| <p>Профессионально специализированная компетенция</p> <p><b>ПСК-24</b></p> <p>Функция: Электрооборудование, электронная аппаратура и системы управления на уровне эксплуатации</p> | <p>Техническое обслуживание и ремонт электрического и электронного оборудования</p> | <p>Обнаружение неисправностей в электроцепях, установление мест неисправностей и меры по предотвращению повреждений</p> | <p>Оценка результатов подготовки, полученной в одной или нескольких из следующих форм:</p> <p>.1 одобренная подготовка в мастерских</p> <p>.2 одобренные практический опыт и проверки</p> <p>.3 одобренный опыт работы</p> <p>.4 одобренный опыт подготовки на учебном судне</p> | <p>Меры безопасности при работе соблюдаются надлежащим образом</p> <p>Ручные инструменты, измерительные приборы и контрольно-измерительное оборудование выбираются и используются надлежащим образом, и толкование результатов точное</p> <p>Разборка, осмотр, ремонт и сборка оборудования производятся в соответствии с наставлениями и хорошей практикой</p> <p>Сборка и рабочие испытания производятся в соответствии с наставлениями и хорошей практикой</p> |

|                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                         |                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Профессионально специализированная компетенция</p> <p><b>ПСК-29</b></p> <p>Функция: Электрооборудование, электронная аппаратура и системы управления на уровне эксплуатации</p> | <p>Техническое обслуживание и ремонт систем автоматики и управления главной двигательно й установкой и вспомогательными механизмами</p> | <p>Безопасная изоляция оборудования и связанных с ним систем, требуемая до выдачи персоналу разрешения на работу с такими механизмами и оборудованием</p> | <p>Экзамен и оценка результатов подготовки, полученной в одной или нескольких из следующих форм:</p> <p>.1 одобренный опыт работы</p> <p>.2 одобренный опыт подготовки на учебном судне</p> <p>.3 одобренная подготовка на тренажере, где это применимо</p> <p>.4 одобренная подготовка с использованием лабораторного оборудования</p> | <p>Воздействие неисправностей на взаимосвязанные двигательную установку и системы точно определяется, судовые технические чертежи правильно читаются, измерительные и калибровочные приборы правильно используются и предпринятые действия обоснованы</p> <p>Изоляция, разборка и сборка</p> <p>двигательной установки и оборудования проводятся в</p> <p>соответствии с руководствами изготовителя по безопасности, судовыми инструкциями, требованиями законодательства</p> <p>и правилами техники безопасности. Принятые меры приводят к восстановлению систем автоматики и управления методами, наиболее подходящими и соответствующими преобладающим обстоятельствам и условиям</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## **2. ВИДЫ И ФОРМЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОМЕХАНИКИ»**

СРС по дисциплине можно разделить на две формы:

**1. Контактная (аудиторная)** – проходит в контакте с преподавателем. Предполагает самостоятельную работу студента на лекциях, практических занятиях и консультациях, а также выполнение аудиторных контрольных работ и тестов;

**2. Неконтактная (внеаудиторная)** – проходит в режиме самоподготовки, без непосредственного участия преподавателя. Предполагает:

- систематическую проработку конспектов занятий, учебной и специальной технической литературы.

- самостоятельное изучение материала и конспектирование лекций по учебной литературе.

- выполнение расчетных заданий и решение задач.

- работу со справочной литературой.

- оформление отчетов по лабораторным работам, и подготовка к их защите.

- подготовку к контрольным работам, зачету.

Приведем далее основные рекомендации по наиболее характерным видам СРС, предусмотренным учебной программой дисциплины ОЭМ.

## **3. ПОДГОТОВКА К ЛЕКЦИЯМ**

### **3.1. Общий подход к лекции**

Лекции являются эффективным видом занятий для формирования у студентов способности быстро воспринимать новые факты, идеи, обобщать их, а также самостоятельно мыслить. Лектор излагает теоретический и практический материал, относящийся к изучаемой дисциплине. Из большого числа источников информации (учебников, технических описаний, нормативных документов, интернет - источников) лектор выбирает самое главное, помогает усвоить логику рассуждений.

Студенту следует научиться понимать и основную идею лекции, а также, следуя за лектором, участвовать в усвоении новых мыслей. Но для этого надо быть подготовленным к восприятию очередной темы. Время, отведенное на лекцию, можно считать использованным полноценно, если студенты понимают роль лектора, задачи лекции, если работают вместе с лектором, а не бездумно ведут конспект. Подготовленным можно считать такого студента, который, присутствуя на лекции, усвоил ее содержание, а перед лекцией припомнил материал изучаемого раздела, изложенный на предыдущих лекциях, просмотрел конспект и/или электронные презентации.

Следует понимать, что дисциплина ОЭМ не может быть изучена в необходимом объеме только по конспектам или только по презентациям, которые предоставляет лектор. Для хорошего усвоения курса нужна

систематическая работа с учебной и методической литературой (в т.ч. представленной в электронной библиотеке кафедры), интернет – источниками, техническими описаниями и нормативными руководствами. Конспект и презентации лишь помогают облегчить понимание материала и направить в нужное русло.

Определенная часть студентов считает, что конспекты лекции могут заменить всю учебную литературу, поэтому они стремятся к дословной записи лекции и нередко не задумываются над ее содержанием. В результате при разборе учебного материала по механической записи требуется больше труда и времени, чем при понимании и кратком конспектировании лекции.

Ведение конспекта создает благоприятные условия для запоминания услышанного, т.к. в этом процессе принимают участие слух, зрение и рука. Однако, конспектирование способствует запоминанию только в том случае, если студент понимает излагаемый материал. При механическом ведении конспекта, когда просто записываются слова лектора, присутствие на лекции превращается в бесполезную трату времени.

### 3.2. Примерное содержание лекционного курса

Содержание и объем лекционного курса ежегодно претерпевают изменения в соответствии с требованиями образовательного стандарта, рабочих учебных планов, учебной программы дисциплины. Примерное содержание лекционного курса ОЭМ в разбивке по темам представлено в табл. 3.1.

Таблица 3.1 – Темы лекции и их содержание

| Номер<br>раздел<br>а<br>(темы) | Номер<br>лекци<br>и | Наименование темы                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Объем, час |     |
|--------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----|
|                                |                     | Содержание лекции                                                                                                                                                                                                                                                                                             | ОФО        | ЗФО |
| 5 семестр ОФО, 6 семестр ЗФО   |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |     |
| Т1                             | Л1-Л3               | Электромеханическое преобразование энергии в синхронных генераторах                                                                                                                                                                                                                                           |            |     |
|                                | Л1                  | Основные законы преобразования энергии в электромеханических системах. Система единиц физических величин. Механика поступательного и вращательного движения.<br>Конструктивные элементы и принципы действия трехфазного синхронного генератора. Система возбуждения. Основные соотношения трехфазной системы. | 2          | 1   |

| Номер<br>раздела<br>а<br>(темы) | Номер<br>лекции | Наименование темы<br><br>Содержание лекции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Объем, час |     |
|---------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----|
|                                 |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ОФО        | ЗФО |
|                                 | Л2              | Автономный режим синхронного генератора.<br>Принципы регулирования возбуждения.<br>Автоматическое регулирование мощности первичного двигателя СГ. Статистические характеристики автоматического регулирования дизель-генераторных установок.<br>Параллельная работа синхронного генератора с мощной сетью. Методы синхронизации.<br>Регулирование частоты и напряжения на холостом ходу.<br>Схемы замещения и характеристика мощности СГ при работе с мощной сетью.<br>Регулирование активной и реактивной мощности генератора.<br>Статическая и динамическая устойчивость генератора при параллельной работе. Метод площадей для оценки динамической устойчивости. | 2          | 1   |
|                                 | Л3              | Синхронные и асинхронные режимы синхронных машин. Синхронные двигатели. Асинхронный пуск синхронных двигателей.<br>Принципы регулирования мощности генераторов в судовой эл. энергетической системы.<br>Распределение активной и реактивной мощности между генераторами в судовой системе.<br>Короткие замыкания и несинхронные включения синхронных генераторов. Переходные параметры СГ. Ударный ток и динамические переходные моменты.                                                                                                                                                                                                                           | 2          | 1   |
| Т2                              | Л4-Л7           | <b>Электромеханическое преобразование энергии в асинхронных двигателях.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |            |     |
|                                 | Л4              | Основные конструктивные элементы асинхронных двигателей. Двигатели с короткозамкнутым и фазным ротором. Двигатели с улучшенными пусковыми свойствами. Схемы замещения АД. Рабочие и эксплуатационные свойства АД. Механические и электромеханические характеристики. Зависимость характеристик от напряжения и частоты. Пусковые свойства АД.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2          | 1   |
|                                 | Л5              | Совместная работа двигателя и рабочего механизма. Характеристики судовых центробежных механизмов и механизмов грузовых устройств. Устойчивость совместной работы. Перегрузочная способность. Принцип саморегулирования.<br>Расчет переходных процессов пуска АД от судовой сети. Система относительных единиц. Провал напряжения и частоты при пуске мощных судовых двигателей.                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2          | 1   |

| Номер<br>раздел<br>а<br>(темы)           | Номер<br>лекци<br>и | Наименование темы<br><br>Содержание лекции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Объем, час |          |
|------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------|
|                                          |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ОФО        | ЗФО      |
|                                          | Л6                  | Энергетическая диаграмма установившихся и пусковых режимов АД различного исполнения. Энергетическая диаграмма установившегося режима. Время разгона двигателя при пуске и пусковые потери. Переходной процесс в АД при переключении источников питания. Остаточное напряжение и его затухание. Динамические моменты. Назначение выдержки времени при переключении источников. | 2          | 1        |
|                                          | Л7                  | Работа АД при ненормальных условиях. Установившийся режим при пониженном напряжении. Пуск АД при сниженном напряжении. Работа АД при обрыве фазы. Пуск АД от синхронного генератора. Работа систем АРВ и АРЧВ дизель-генераторного агрегата. Застывание двигателя при пуске АД и при обрыве фазы на промежуточной скорости.                                                   | 3          | -        |
| <b>Общий лекционный объем дисциплины</b> |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>14</b>  | <b>6</b> |

### 3.3. Задания для самостоятельной работы

#### ***Тема 1. Электромеханическое преобразование энергии в синхронных генераторах. Лекция 1***

***Задание:*** Проработать конспект и учебную литературу по теме.

***Цель задания:*** Закрепление и систематизация знаний обучающихся по теме.

#### ***Методические указания по выполнению задания:***

Внимательно прочитайте учебный материал, изложенный в конспекте и учебной литературе.

#### ***Вопросы для самоконтроля***

1. Основные законы преобразования энергии в электромеханических системах.
2. Система единиц физических величин.
3. Механика поступательного и вращательного движения.
4. Конструктивные элементы и принципы действия трехфазного синхронного генератора.
5. Система возбуждения.
6. Основные соотношения трехфазной системы.

***Рекомендуемая литература:*** [2], [4], [6].

***Рекомендуемые интернет-ресурсы:***

<https://studfiles.net/preview/4597816/page:15/>

**Форма отчетности:** устный опрос.

**Тема 1. Электромеханическое преобразование энергии  
в синхронных генераторах. Лекция 2**

**Задание:** Проработать конспект и учебную литературу по теме.

**Цель задания:** Закрепление и систематизация знаний обучающихся по теме.

**Методические указания по выполнению задания:**

Внимательно прочитайте учебный материал, изложенный в конспекте и учебной литературе.

**Вопросы для самоконтроля**

1. Автономный режим синхронного генератора.
2. Принципы регулирования возбуждения синхронного генератора (СГ)
3. Автоматическое регулирование мощности первичного двигателя СГ.
4. Статистические характеристики автоматического регулирования дизель-генераторных установок.
5. Параллельная работа синхронного генератора с мощной сетью.
6. Методы синхронизации.
7. Регулирование частоты и напряжения на холостом ходу.
8. Схемы замещения и характеристика мощности СГ при работе с мощной сетью.
9. Регулирование активной и реактивной мощности генератора.
10. Статическая и динамическая устойчивость генератора при параллельной работе.
11. Метод площадей для оценки динамической устойчивости.

**Рекомендуемая литература:** [4], [5], [7].

**Рекомендуемые интернет-ресурсы:**

<https://studfiles.net/preview/4237137/page:3/>

**Форма отчетности:** устный опрос.

**Тема 1. Электромеханическое преобразование энергии  
в синхронных генераторах. Лекция 3**

**Задание:** Проработать конспект и учебную литературу по теме.

**Цель задания:** Закрепление и систематизация знаний обучающихся по теме.

**Методические указания по выполнению задания:**

Внимательно прочитайте учебный материал, изложенный в конспекте и учебной литературе.

### ***Вопросы для самоконтроля***

1. Синхронные и асинхронные режимы синхронных машин.
2. Конструкция, принцип действия синхронных двигателей.
3. Асинхронный пуск синхронных двигателей. Изобразить схему и последовательность асинхронного пуска СД.
4. Принципы регулирования мощности генераторов в судовой эл. энергетической системы.
5. Распределение активной и реактивной мощности между генераторами в судовой системе.
6. Короткие замыкания и несинхронные включения синхронных генераторов. Виды КЗ. Способы защиты.
7. Переходные параметры СГ.
8. Ударный ток и динамические переходные моменты.

***Рекомендуемая литература:*** [3], [5], [7].

***Рекомендуемые интернет-ресурсы:***

<https://studfiles.net/preview/6398591/page:5/>

***Форма отчетности:*** устный опрос.

### ***Тема 2. Электромеханическое преобразование энергии в асинхронных двигателях. Лекция 1***

***Задание:*** Проработать конспект и учебную литературу по теме.

***Цель задания:*** Закрепление и систематизация знаний обучающихся по теме.

***Методические указания по выполнению задания:***

Внимательно прочитайте учебный материал, изложенный в конспекте и учебной литературе.

### ***Вопросы для самоконтроля***

1. Основные конструктивные элементы асинхронных двигателей. Принцип работы. Достоинства, недостатки.
2. Двигатели с короткозамкнутым и фазным ротором. Механическая характеристика. Особенности работы. Режимы работы.
3. Двигатели с улучшенными пусковыми свойствами. Разновидности двигателей с большим пусковым моментом.
4. Схемы замещения АД. Назначение и обозначения элементов АД на схеме замещения.
5. Рабочие и эксплуатационные свойства АД.
6. Механические и электромеханические характеристики.
7. Зависимость характеристик от напряжения и частоты.
8. Пусковые свойства АД. Кратности АД, их величины и обозначения. Способы пуска плавного АД.

***Рекомендуемая литература:*** [2], [7], [8].

**Рекомендуемые интернет-ресурсы:**

<http://leg.co.ua/knigi/oborudovanie/elektricheskie-mashiny-15.html>

**Форма отчетности:** устный опрос.

## **Тема 2. Электромеханическое преобразование энергии в асинхронных двигателях. Лекция 2**

**Задание:** Проработать конспект и учебную литературу по теме.

**Цель задания:** Закрепление и систематизация знаний обучающихся по теме.

**Методические указания по выполнению задания:**

Внимательно прочитайте учебный материал, изложенный в конспекте и учебной литературе.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Совместная работа двигателя и рабочего механизма.
2. Характеристики судовых центробежных механизмов и механизмов грузовых устройств. Устойчивость совместной работы.
3. Перегрузочная способность. Принцип саморегулирования.
4. Расчет переходных процессов пуска АД от судовой сети.
5. Система относительных единиц.
6. Провал напряжения и частоты при пуске мощных судовых двигателей.

**Рекомендуемая литература:** [1], [7], [4].

**Рекомендуемые интернет-ресурсы:**

<http://arhivinfo.ru/1-99819.html>

**Форма отчетности:** устный опрос.

## **Тема 2. Электромеханическое преобразование энергии в асинхронных двигателях. Лекция 3**

**Задание:** Проработать конспект и учебную литературу по теме.

**Цель задания:** Закрепление и систематизация знаний обучающихся по теме.

**Методические указания по выполнению задания:**

Внимательно прочитайте учебный материал, изложенный в конспекте и учебной литературе.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Энергетическая диаграмма установившихся и пусковых режимов АД различного исполнения.
2. Энергетическая диаграмма установившегося режима.
3. Время разгона двигателя при пуске и пусковые потери. Причины затяжного пуска. Возможность нескольких пусков

4. Переходной процесс в АД при переключении источников питания.
5. Остаточное напряжение и его затухание.
6. Динамические моменты.
7. Назначение выдержки времени при переключении источников.

**Рекомендуемая литература:** [6], [7], [9].

**Рекомендуемые интернет-ресурсы:**

<http://krutimotor.ru/padaet-napryazhenie-pri-zapuske-dvigatelya-prichiny/>

**Форма отчетности:** устный опрос.

## ***Тема 2. Электромеханическое преобразование энергии в асинхронных двигателях. Лекция 4***

**Задание:** Проработать конспект и учебную литературу по теме.

**Цель задания:** Закрепление и систематизация знаний обучающихся по теме.

**Методические указания по выполнению задания:**

Внимательно прочитайте учебный материал, изложенный в конспекте и учебной литературе.

### ***Вопросы для самоконтроля***

1. Работа АД при ненормальных условиях.
2. Установившийся режим при пониженном напряжении. Изобразить механическую характеристику АД при сниженном напряжении.
3. Пуск АД при сниженном напряжении.
4. Работа АД при обрыве фазы. Работа автоматики.
5. Пуск АД от синхронного генератора.
6. Работа систем АРВ и АРЧВ дизель-генераторного агрегата.
7. Застывание двигателя при пуске АД и при обрыве фазы на промежуточной скорости.

**Рекомендуемая литература:** [4], [7], [8].

**Рекомендуемые интернет-ресурсы:**

<https://studfiles.net/preview/1079143/page:31/>

**Форма отчетности:** устный опрос.

Таблица 3.2 – Практические занятия, их содержание и объем в часах

| Номер Занятия                | Номер раздела (темы) | Наименование занятия                                                                                                        | Объем, час |          |
|------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------|
|                              |                      |                                                                                                                             | ОФО        | ЗФО      |
| 1                            | 2                    | 3                                                                                                                           | 4          | 5        |
| 5 семестр ОФО, 6 семестр ЗФО |                      |                                                                                                                             |            |          |
| Пз1                          | Т1                   | Основные законы, уравнения механики для вращательного движения.                                                             | 1          | 0,5      |
| Пз2                          |                      | Определение параметров асинхронного двигателя, подключаемого к синхронному генератору                                       | 1          | 0,5      |
| Пз3                          |                      | Обмотка статора синхронной машины. Коэффициент обмотки.                                                                     | 1          | 0,5      |
| Пз4                          |                      | Построение характеристик АД по каталожным данным.                                                                           | 1          | 0,5      |
|                              |                      | Построение характеристик АД при сниженном напряжении.                                                                       |            | 0,5      |
| Пз5                          |                      | Энергетическая диаграмма АД различного исполнения для установившегося режима.                                               | 1          | 0,5      |
| Пз6                          | Т2                   | Переходной процесс пуска АД. Приближенные методы расчета пускового процесса.                                                | 2          | 0,5      |
| Пз7                          |                      | Построение характеристик и точки совместной работы двигателя и рабочего механизма. Энергетическая оценка совместной работы. | 2          | 0,5      |
| Пз8                          |                      | Расчет провалов напряжения при пусках АД в относительных единицах (о.е).                                                    | 2          | 1        |
| Пз9                          |                      | Пуск АД от синхронного генератора.                                                                                          | 3          | 1        |
| <b>Всего за семестр</b>      |                      |                                                                                                                             | <b>14</b>  | <b>4</b> |

## 5. ВЫПОЛНЕНИЕ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

### 5.1. Требования к выполнению, критерии оценки и темы КР

Контрольная работа (для ЗФО)

Тема: «Расчет режима пуска АД от СГ соизмеримой мощности»

Цель КР является закрепление теоретических знаний по дисциплине и приобретении навыков инженерных расчетов по специальности.

Задачей выполнения КР ставится обучение студентов навыкам выполнения расчетов и анализа переходного процесса пуска мощного потребителя (АД), подключенного к сети с соизмеримым источником в виде синхронного генератора.

Контрольная работа выполняется в 9-м семестре ЗФО и включает расчет по индивидуальному заданию режима пуска асинхронного двигателя от судового синхронного генератора.

Содержанием РГР является:

- определение параметров подключаемого к генератору асинхронного двигателя;

- определение параметров судового синхронного генератора и его системы возбуждения;
- расчет начального периода пуска АД от СГ с определением провала напряжения и времени его восстановления;
- расчет переходного процесса пуска АД аналитическим методом;
- определение потерь энергии при пуске АД под нагрузкой в виде центробежного механизма.
- в графической части представляются векторная диаграмма синхронного генератора, механические характеристики асинхронного двигателя, кривые провала напряжения, графики разгона двигателя.

Планируемый объем составляет 10-15 страниц пояснительной записки и расчет. Время самостоятельной работы 26 часов.

## 6. ПОДГОТОВКА К КОНТРОЛЮ ЗНАНИЙ

Примерный перечень видов контроля и рекомендации по подготовке представлены в табл. 6.1.

Таблица 6.1 – Примерный перечень видов контроля по дисциплине ЭОС

| Наименование вида контроля                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Перечень вопросов и задач                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Входной контроль</b><br>Проводится на 1 неделе семестра в письменной форме в виде индивидуальных заданий.<br>Не предусматривает подготовки.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Программа входного контроля представлена в приложении 1                                                                                                                                                   |
| <b>Текущий контроль № 1</b><br>Проводится на 7 неделе семестра в виде аудиторной контрольной работы по теме № 1 согласно индивидуальным вариантам. По результатам контроля выставляется текущая семестровая аттестация.<br><br>Подготовку рекомендуется выполнять студентам самостоятельно по материалам лекций, практических занятий, а также образцам вопросов и тестовых заданий для данного вида контроля (доступны через электронную библиотеку кафедры). Процесс подготовки контролируется преподавателем во время практических занятий и консультаций.     | Перечень вопросов и тестовых заданий представлен в приложении Б рабочей программы по дисциплине. Тематика и примеры вопросов доступна студентам через электронную библиотеку кафедры.<br><br>Приложение 1 |
| <b>Итоговый контроль (промежуточная аттестация) – экзамен.</b><br>Проводится в письменно-устной форме по индивидуальным заданиям (билетам), включающим два теоретических вопроса и тестовое задание.<br>Вопросы для экзамена каждый год подлежат корректировке в соответствии с рабочей программой дисциплины и выкладываются для проработки студентам в электронной библиотеке кафедры. Всего предусматривается 25–30 вариантов тестовых заданий с неповторяющимися, но схожими по сложности вопросами. Образец экзаменационного билета приведен в Приложении 2. | Перечень вопросов и задач, выносимых на промежуточную аттестацию, предусмотрен рабочей программой по дисциплине. Доступны студентам через электронную библиотеку кафедры.                                 |

## **6.1. Рекомендации для подготовки к промежуточной аттестации (экзамену или зачету)**

Каждый учебный семестр заканчивается зачетно-экзаменационной сессией (ЗЭС). Подготовка к ЗЭС, сдача зачетов и экзаменов является также самостоятельной работой студента. Экзаменам, как правило, предшествует сдача зачетов по иным дисциплинам, которые надо сдать, чтобы получить допуск к экзаменам.

При подготовке к экзамену основное направление даст программа курса, конспект и электронные презентации, которые указывают, что в курсе наиболее важно. Основной материал должен прорабатываться с привлечением дополнительных источников информации (учебников, интернет-ресурсов и др.), поскольку конспекта и презентаций недостаточно для изучения дисциплины. Эти источники должны прорабатываться в течение семестра равномерно, а перед экзаменом важно сосредоточить внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением в памяти его краткого содержания в логической последовательности.

До экзамена обычно проводится консультация, но она не может возместить отсутствия систематической работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На консультации студент получает лишь ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы. Польза от консультации будет только в том случае, если студент до нее проработает весь материал. Надо учиться задавать вопросы, вырабатывать привычку пользоваться справочниками, энциклопедиями, а не быть на иждивении у преподавателей, который не всегда может тут же, «с ходу» назвать какой-либо факт, имя, событие.

На экзамене нужно показать не только знание предмета, но и умение логически связно построить устный ответ. Получив билет, надо вдуматься в поставленные вопросы для того, чтобы правильно понять их. Нередко студент отвечает не на тот вопрос, который поставлен, или в простом вопросе ищет скрытый смысл. Не поняв вопроса и не обдумав план ответа, не следует начинать писать. Конспект своего ответа надо рассматривать как план краткого сообщения на данную тему и составлять ответ нужно кратко. При этом необходимо показать умение выражать мысль четко и доходчиво.

Отвечать нужно спокойно, четко, продуманно, без торопливости, придерживаясь записи своего ответа. На экзаменах студент показывает не только свои знания, но и учится владеть собой. После ответа на билет могут следовать вопросы, которые имеют целью выяснить понимание других разделов курса, не вошедших в билет. Как правило, на них можно ответить кратко, достаточно показать знание сути вопроса. Часто студенты при ответе на дополнительные вопросы проявляют поспешность: не поняв смысла того, что у них спрашивают, начинают отвечать и нередко говорят не по сути.

Студент должен знать, что на экзамене осуществляется не только контроль и выставляется оценка, но это еще и дополнительная возможность систематизации знаний. Если говорить о сверхзадаче экзаменатора, то она состоит в уяснении не только и не столько того, что студент выучил, сколько того, чему он научился и что останется у него после экзамена, поскольку этот остаток будет характеризовать образовательный уровень студента.

Контрольные экзаменационные задания состоят из вопросов, ответы на которые вы должны дать сами. Можно проверить уровень своих знаний, пройдя пробную проверку знаний. Вы можете усовершенствовать свои знания и определить, какой материал необходимо подучить и проработать.

На подготовку к устно-письменному ответу отводится 30 мин, на оформление и сдачу – 15 мин. (Не забудьте написать номер варианта). В задании включено 20 тестовых вопросов и 3 вопроса по различным темам. За правильный тестовый ответ на вопросы выставляется 2 балла, ответ на вопрос – 20 баллов. За неправильный ответ выставляется 0 баллов. Шкала оценки контрольных вопросов приведена в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Шкала оценки контрольных вопросов

| Процент результативности (правильных ответов) | Оценка уровня подготовки  |                     |
|-----------------------------------------------|---------------------------|---------------------|
|                                               | <b>балл<br/>(отметка)</b> | вербальный аналог   |
| 90 ÷ 100                                      | 5                         | отлично             |
| 70 ÷ 89                                       | 4                         | хорошо              |
| 50 ÷ 69                                       | 3                         | удовлетворительно   |
| менее 50                                      | 2                         | неудовлетворительно |

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Перечень рекомендованной к использованию учебной литературы приведен в табл. 7.1, методической литературы – в табл. 7.2.

Таблица 7.1 - Основная и дополнительная литература

| №<br>п/п                  | Наименование учебника                                                                                                                                                                                                                                   | Количество<br>экземпляров<br>в библиотеке |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Основная литература       |                                                                                                                                                                                                                                                         |                                           |
| 1                         | Сергиенко Л.И. Электроэнергетические системы морских судов /Л.И.Сергиенко, В.В.Миронов. – М.: Транспорт , 1991. – 264 с.                                                                                                                                | 4                                         |
| 2                         | Воробьев В.Е. Основы электромеханики: Письменные лекции - Спб.: СЗТУ, 2003. – 57 с.                                                                                                                                                                     | Эл.вид                                    |
| 3                         | Овчинников И.Е: Вентильные электрические двигатели и привод на их основе (малая и средняя мощность). -СПб.: Изд-во Корона век , 2006. – 354 с.                                                                                                          | Электронная библиотека                    |
| 4                         | Чиликин М.Г. «Общий курс электропривода: учебник для вузов (М.Г. Чиликин, А.С. Сандлер) – М.: Энергоиздат, 1981. -576 с.                                                                                                                                | 3                                         |
| 5                         | Чиликин М.Г. «Основы автоматизированного электропривода: Учебник для вузов (М.Г. Чиликин, А.С. Сандлер) – М.: Энергия, 1974. - 568 с.                                                                                                                   | 4                                         |
| 6                         | Хайдуков Эксплуатация электро-энергетических систем морских судов СПРАВОЧНИК ·15 С.Б. Рукавишников Автоматизированные гребные электрические установки ·Лекции СЭЭС ·2012. - 147 с.                                                                      | 4                                         |
| 7                         | Коротков В. Ф. Автоматическое управление напряжением и реактивной мощностью синхронных генераторов и электрических станций: учеб. пособие / ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». – Иваново, 2008. – 192 с. | 6                                         |
| 8                         | Забудский Е.И Электрические машины. Ч. 3. Синхронные машины: учебное пособие для вузов.– Москва: МГАУ, 2008. - 195 с.: ил.                                                                                                                              | 3                                         |
| Дополнительная литература |                                                                                                                                                                                                                                                         |                                           |
| 1                         | Вешеневский С.Н. Характеристики двигателей в электроприводе. - М.: Энергия, 1977 -. 432 с.                                                                                                                                                              | 4                                         |
| 2                         | Веретенников Н.П. Исследование процессов в судовых электроэнергетических системах. Теория и методы. Н.П. Веретенников Л., Судостроение, 1975 – 375с.                                                                                                    |                                           |
| 3                         | Мелешкин Г.А. Переходные режимы судовых электроэнергетических систем. Л., «Судостроение», 1971. – 344 с.                                                                                                                                                | 2                                         |
| 4                         | Ницай В.Е. Расчет динамических режимов судовых автоматизированных электроприводов. - Л.: «Судостроение».1970 – 192 с.                                                                                                                                   | 2                                         |

Таблица 7.2 - Методические указания по дисциплине

| № п/п | Наименование указаний и пособия                                                                                                                                                                                                                                | Количество экземпляров |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 1     | Методические указания к курсовому проектированию на тему: «Проектирование и расчет характеристик судовых явнополюсных синхронных генераторов» / Разраб. Путилин К.П., Олейников А.М., Пронина А.К. Для студентов всех форм обучения. Изд. СевНТУ, 2012 - 79 с. | 50                     |
| 2     | Методические указания к выполнению РГЗ на тему: «Расчет режима пуска АД от СГ соизмеримой мощности» /Разраб. К.П.Путилин, А.К.Пронина.- Севастополь: СевГУ, 2016.                                                                                              | 25                     |
| 3     | Методические указания к выполнению РГЗ на тему: «Расчет режима пуска АД от слабой сети» /Разраб. К.П.Путилин, А.К.Пронина. - Севастополь: СевГУ, 2016.                                                                                                         | 25                     |

Все методические указания доступны в электронном виде через электронную библиотеку кафедры. Также их можно получить на кафедре СЭО в ауд. А-302 у методиста УМУ.

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»

Таблица 8.1 – Перечень информационных ресурсов сети «Интернет»

| №  | Адрес сайта и его описание                                                                                                                                                | Перечень материалов, представленных на сайте                                            |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | <a href="http://seatracker.ru/">http://seatracker.ru/</a> – Морской торрент треккер. Первый международный торрент треккер для морских специалистов                        | Библиотека электромеханика.                                                             |
| 2. | <a href="http://www.electroengineer.ru/">http://www.electroengineer.ru/</a> - Блог электромеханика                                                                        | Студенческий блог для электромехаников.                                                 |
| 3. | <a href="http://morez.ru/category/elektrooborudovanie/">http://morez.ru/category/elektrooborudovanie/</a> - Море знаний. Раздел Электромеханика                           | Информация для студентов морских учебных заведений                                      |
| 4. | <a href="http://www.booksgid.com/">http://www.booksgid.com/</a> - Электронная библиотека                                                                                  | Широкий выбор книг в электронном виде, в том числе специальных                          |
| 5. | <a href="http://sevntu.com.ua/bibl/">http://sevntu.com.ua/bibl/</a> – сайт библиотеки Севастопольского государственного университета                                      | Представлена информация по методическому обеспечению дисциплины.                        |
| 7  | <a href="http://www.elektrikii.ru/publ/6-2">http://www.elektrikii.ru/publ/6-2</a>                                                                                         | Справочник электрослужбы                                                                |
| 8  | <a href="http://metodichka.x-pdf.ru/15agroinzhenernie-">http://metodichka.x-pdf.ru/15agroinzhenernie-</a>                                                                 | Книжный ресурс<br>Е.И. Забудский Электрические машины<br>часть третья Синхронные машины |
| 9  | <a href="https://seatracker.ru/viewtopic.php?t=791">https://seatracker.ru/viewtopic.php?t=791</a>                                                                         | Сборник книг, которые мне помогли в учебе на электромеханика                            |
|    | <a href="http://www.energyland.info/files/library/56b94b9bc9dad72a9e8e6b678c661a67.pdf">http://www.energyland.info/files/library/56b94b9bc9dad72a9e8e6b678c661a67.pdf</a> | Воробьев В.Е. Основы электромеханики: Письменные лекции                                 |

**Приложение 1****ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ**

1. Основные законы электромеханического преобразования энергии;
2. Преобразование энергии в трехфазных синхронных генераторах;
3. Включение нагрузки на дизель-генератор при автономном режиме работы;
4. Параллельная работа сг на сеть бесконечно большой мощности;
5. Статическая и динамическая устойчивость параллельной работы генераторов в системе;
6. Синхронные двигатели, асинхронный пуск сг;
7. Принципы регулирования и распределения активной и реактивной мощности между генераторами системы;
8. Короткие замыкания и несинхронные включения генераторов;
9. Преобразование электрической энергии в механическую в электродвигателях;
10. Совместная работа асинхронного двигателя и рабочего механизма; устойчивость совместной работы;
11. Расчет режима пуска короткозамкнутого ад от судового синхронного генератора;
12. Энергетическая диаграмма установившихся режимов ад различного исполнения;
13. Работа ад при ненормальных напряжениях и частоте, при перегрузке, при обрыве фазе.

**ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ**

1. Конструктивные элементы, устройство и принципы действия синхронных генераторов. Закон ЭМИ и закон ЭМС применительно к генератору.
2. Холостой ход СГ: установление режима по напряжению и частоте. Характеристика холостого хода.
3. Включение СГ на параллельную работу с сетью. Регулирование режима СГ по активной и реактивной мощности.
4. Схема замещения и векторная диаграмма СГ при параллельной работе с мощной сетью и отстающем токе. Угол нагрузки  $\delta$ , физический смысл угла нагрузки.
5. Характеристика мощности генератора при работе мощной сетью. Рабочая точка совместной работы дизеля и генератора.
6. Оценка устойчивости параллельной работы СГ с мощной сетью. Предел мощности передачи. Критерий устойчивости, синхронизирующая мощность.
7. Режим наброса нагрузки на СГ, работающий в автономном режиме. Статическая характеристика регулятора мощности первичного двигателя. Коэффициент статизма.
8. Работа системы с двумя генераторами. Распределение мощности между генераторами при подключении нагрузки. Регулирование (перераспределение) активной мощности между генераторами.
9. Регулирование реактивной мощности генераторов при параллельной работе в судовой ЭЭС.
10. Асинхронный режим синхронного генератора. Потери устойчивости. Ресинхронизация.
11. Синхронные двигатели. Асинхронный пуск синхронного двигателя.
12. Конструктивные элементы, устройство и принцип действия асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором
13. Характеристика момента  $M(\Omega)$  и тока  $I(\Omega)$  АД, характерные точки характеристик, примерные значения пусковых и критических значений токов и моментов в о.е.
14. Совместная работа АД и рабочего механизма центробежного типа. Устойчивость совместной работы.
15. Характеристики момента и тока АД при пуске. Пуск при пониженном напряжении.
16. Уравнение движение ротора АД при пуске. Пуск при номинальном и сниженном напряжении.
17. Общая характеристика утяжеленных или затяжных пусков. Допустимое число пусков подряд.
18. Энергетическая диаграмма установившегося режима АД Развиваемая мощность и потери мощности при номинальном и сниженном напряжении.

19. Схема замещения для пускового режима АД при подключении к судовой сети ограниченной мощности. Расчет провала напряжения в о.е.
20. Характеристика переходного процесса пуска АД в условиях низкого напряжения. Нагрев АД при затяжном пуске.
21. Понятие об ударных токах и динамических моментах при переключениях АД на другой источник питания.
22. Работа АД при потере фазы. Характеристика рабочего режима и допустимой продолжительности работы.
23. Возможные причины «застревания» на пониженных оборотах при разгоне двигателя, опасность работы АД при большом скольжении.

**Путилин Константин Петрович**  
**Пронина Анна Константиновна**

## **ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОМЕХАНИКИ**

*Методические указания  
к самостоятельной работе студентов*

*В авторской редакции*

Изд. № 162/19. Объём 2 п.л.  
РИИЦМ ФГАОУ ВО "Севастопольский государственный университет"