

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Зайко Татьяна Ивановна  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 31.05.2024 10:12:14  
Уникальный программный ключ:  
cf6863c76438e5984b0fd5e14e7154bfba10e205

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

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

Б1.В.ДЭ.01.02

Электромагнитная совместимость в электроэнергетике  
рабочая программа дисциплины (модуля)

|                           |                                                                                                                                  |                                      |  |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--|
| Закреплена за кафедрой    | Электроэнергетических систем и электротехники                                                                                    |                                      |  |
| Образовательная программа | 13.03.02 Направление подготовки "Электроэнергетика и электротехника"<br>Профиль "Электроснабжение"<br>год начала подготовки 2023 |                                      |  |
| Квалификация              | бакалавр                                                                                                                         |                                      |  |
| Форма обучения            | заочная                                                                                                                          |                                      |  |
| Общая трудоемкость        | 2 ЗЕТ                                                                                                                            |                                      |  |
| Часов по учебному плану   | 72                                                                                                                               | Виды контроля на курсах:<br>зачеты 4 |  |
| в том числе:              |                                                                                                                                  |                                      |  |
| аудиторные занятия        | 8                                                                                                                                |                                      |  |
| самостоятельная работа    | 62                                                                                                                               |                                      |  |

Распределение часов дисциплины по курсам

| Курс                   | 4  |    | Итого |    |
|------------------------|----|----|-------|----|
|                        | уп | ит |       |    |
| Лекции                 | 4  | 4  | 4     | 4  |
| Практические           | 4  | 4  | 4     | 4  |
| Иная контактная работа | 2  | 2  | 2     | 2  |
| Итого ауд.             | 8  | 8  | 8     | 8  |
| Контактная работа      | 10 | 10 | 10    | 10 |
| Сам. работа            | 62 | 62 | 62    | 62 |
| Итого                  | 72 | 72 | 72    | 72 |

Рабочая программа дисциплины

## **Электромагнитная совместимость в электроэнергетике**

**разработана в соответствии с ФГОС:**

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 144)

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

13.03.02 Направление подготовки "Электроэнергетика и электротехника"  
Профиль "Электроснабжение"  
год начала подготовки 2023

**Рабочую программу составил(и):**

*д.т.н., Профессор, Сальников Василий Герасимович*

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры **Электроэнергетических систем и электротехники**

Заведующий кафедрой Горелов Сергей Валерьевич

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

|     |                                                                                                                                                                      |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.1 | Цель: формирование знаний об электромагнитной совместимости технических средств в системах электроснабжения общего назначения.                                       |
| 1.2 | Задачи: изучение математического аппарата для выполнения инженерных расчетов в электроэнергетике, обеспечивающих электромагнитную совместимость технических средств. |

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

|                    |                                                                                                              |            |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Цикл (раздел) ООП: |                                                                                                              | Б1.В.ДЭ.01 |
| <b>2.1</b>         | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>                                                 |            |
| 2.1.1              | Перенапряжения и изоляция                                                                                    |            |
| 2.1.2              | Техника и технологии энергосбережения                                                                        |            |
| 2.1.3              | Технологическая практика                                                                                     |            |
| 2.1.4              | Электрическая часть электростанций и подстанций                                                              |            |
| 2.1.5              | Электроэнергетические системы и сети                                                                         |            |
| 2.1.6              | Электрические и электронные аппараты                                                                         |            |
| 2.1.7              | Информационно-измерительная техника                                                                          |            |
| 2.1.8              | Приемники и потребители электроэнергии систем электроснабжения                                               |            |
| 2.1.9              | Системы освещения                                                                                            |            |
| 2.1.10             | Теоретические основы электротехники                                                                          |            |
| 2.1.11             | Информационно-измерительная техника                                                                          |            |
| 2.1.12             | Оптимизация систем электроснабжения                                                                          |            |
| 2.1.13             | Электрические и электронные аппараты                                                                         |            |
| 2.1.14             | Электробезопасность                                                                                          |            |
| 2.1.15             | Метрология, стандартизация и сертификация                                                                    |            |
| 2.1.16             | Общая энергетика                                                                                             |            |
| 2.1.17             | Приемники и потребители электроэнергии систем электроснабжения                                               |            |
| 2.1.18             | Системы освещения                                                                                            |            |
| <b>2.2</b>         | <b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |            |
| 2.2.1              | Монтаж и эксплуатация систем электроснабжения                                                                |            |
| 2.2.2              | Научно-исследовательская работа                                                                              |            |
| 2.2.3              | Основы научных исследований                                                                                  |            |
| 2.2.4              | Основы эксплуатации систем электроснабжения                                                                  |            |
| 2.2.5              | Преддипломная практика                                                                                       |            |
| 2.2.6              | Проектирование систем электроснабжения                                                                       |            |
| 2.2.7              | Судовые автоматизированные электрические станции                                                             |            |
| 2.2.8              | Судовые автоматизированные электроэнергетические системы                                                     |            |
| 2.2.9              | Математические задачи энергетики                                                                             |            |
| 2.2.10             | Моделирование электроэнергетических и электротехнологических комплексов                                      |            |
| 2.2.11             | Научно-исследовательская работа                                                                              |            |
| 2.2.12             | Основы научных исследований                                                                                  |            |
| 2.2.13             | Основы эксплуатации систем электроснабжения                                                                  |            |
| 2.2.14             | Переходные процессы в электроэнергетических системах                                                         |            |
| 2.2.15             | Преддипломная практика                                                                                       |            |
| 2.2.16             | Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем                                                 |            |
| 2.2.17             | Учет и контроль электроэнергии                                                                               |            |

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

**ПК-1: Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки по отдельным разделам темы**

ПК-1.1: Знает методики проведения исследований параметров и характеристик элементов и систем электрооборудования

**ПК-3: Способен выполнять инженерно-техническое сопровождение деятельности по техническому обслуживанию оборудования подстанций электрических сетей**

ПК-3.1: Способен проводить мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

|            |                                                                                                      |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>3.1</b> | <b>Знать:</b>                                                                                        |
| 3.1.1      | - Методы подавления кондуктивных электромагнитных помех.                                             |
| 3.1.2      | - Нормативные документы в области ЭМС.                                                               |
| <b>3.2</b> | <b>Уметь:</b>                                                                                        |
| 3.2.1      | - Определять кондуктивную электромагнитную помеху по отклонению напряжения.                          |
| 3.2.2      | - Определять расчетным путем уровни кондуктивных ЭМП.                                                |
| <b>3.3</b> | <b>Владеть:</b>                                                                                      |
| 3.3.1      | - Навыками обеспечения электромагнитной совместимости технических средств в сетях общего назначения. |
| 3.3.2      | - Методами анализа ЭМО.                                                                              |

#### 4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| Вид занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Семестр / Курс | Часов | Литература | ПрПо дгот |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------|------------|-----------|
| Раздел      | <b>Раздел 1. Общая характеристика проблем ЭМС в электроэнергетике</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |       |            |           |
| Лек         | Проблемы ЭМС в электроэнергетике. Электромагнитная обстановка. Влияние электрических и магнитных полей на человека. Механизмы влияния и нормы на допустимые значения напряженности электрического поля. Механизмы влияния и нормы на допустимые значения напряженности магнитного поля. Влияние короны. /Лек/                                                                                                                                   | 4              | 1     |            | 0         |
| Пр          | Решение задач по определению параметров во временной и частотной областях периодических и непериодических ЭМП. Расчёт уровней электромагнитных помех. /Пр/                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 4              | 1     |            | 0         |
| Ср          | Классификация источников и видов помех Источники и значения электромагнитных помех. Источники электромагнитных воздействий. Внешние (природные) источники ЭМП. Антропогенные (техногенные) источники. Механизмы передачи ЭМП: гальваническая связь, ёмкостная связь, магнитная связь, связь через электромагнитное излучение. /Ср/                                                                                                              | 4              | 15    |            | 0         |
| Раздел      | <b>Раздел 2. ЭМС технических средств</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |       |            |           |
| Лек         | Качество электрической энергии. Характеристики электромагнитных помех. Способы описания представления ЭМП. Кондуктивные электромагнитные помехи. Техника и технология измерения помех. Влияние отклонений и колебаний напряжения на работу электроприёмников. Методы и средства регулирования напряжения в электрических сетях. Диапазоны регулирования. Допустимые потери напряжения. Способы и средства уменьшения колебаний напряжения /Лек/ | 4              | 1     |            | 0         |
| Пр          | Несинусоидальные токи и напряжения в электрических сетях. Метод симметричных составляющих. /Пр/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 4              | 1     |            | 0         |
| Ср          | ЭМС технических средств при несинусоидальных и несимметричных режимах электрической сети. Несинусоидальность напряжения. Способы и средства компенсации несинусоидальных напряжений. Несимметрия напряжений. Способы и средства симметрирования напряжения в электрических сетях. /Ср/                                                                                                                                                          | 4              | 15    |            | 0         |
| Раздел      | <b>Раздел 3. Технические решения по обеспечению ЭМС</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |       |            |           |
| Лек         | Пассивные помехоподавляющие компоненты. Фильтры. Фильтровые элементы. Сетевые фильтры. Мероприятия по обеспечению ЭМС технических средств при отклонениях напряжения. /Лек/                                                                                                                                                                                                                                                                     | 4              | 1     |            | 0         |

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |   |    |  |   |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|--|---|
| Пр     | Методика расчёта и выбора силового резонансного фильтра энергетического назначения. /Пр/                                                                                                                                                                                                                                                               | 4 | 1  |  | 0 |
| Ср     | Защита от перенапряжений в электрических сетях до 1000 В. Импульсы испытательных токов и напряжений. Применение зонной концепции ограничения перенапряжений в сетях напряжением до 1000 В. Схемы защиты от перенапряжений. Силовые резонансные фильтры энергетического назначения. Методика выбора и установки. Правила технической эксплуатации. /Ср/ | 4 | 16 |  | 0 |
| Раздел | <b>Раздел 4. Электромагнитная безопас-ность</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |   |    |  |   |
| Лек    | Обследование электромагнитной обстановки на электрических станциях и подстанциях. Комплексное обследование заземляющего устройства. Комплексное обследование системы молниезащиты. /Лек/                                                                                                                                                               | 4 | 1  |  | 0 |
| Пр     | Расчёт кондуктивной низкочастотной ЭМП, обусловленной нестандартными показателями качества электроэнергии. /Пр/                                                                                                                                                                                                                                        | 4 | 1  |  | 0 |
| Ср     | Оценка качества электроэнергии. Мониторинг кондуктивных помех. Рекомендательные мероприятия по улучшению ЭМО. Стандартизация в области ЭМС. /Ср/                                                                                                                                                                                                       | 4 | 16 |  | 0 |
| ИКР    | Зачёт. /ИКР/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 4 | 2  |  | 0 |

### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

а) основная учебная литература

1. Акимов, М.Н. Основы электромагнитной безопасности [Электронный ресурс] : учеб. пособие / М.Н. Акимов, С.М. Аполлонский. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 200 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/90166>. — Загл. с экрана.

б) дополнительная литература

2. Иванова Е.В. Кондуктивные электромагнитные помехи в электроэнергетических системах : монография / Е. В. Иванова, под ред. В. П. Горелова, Н. Н. Лизалека ; М-во трансп. Рос. Федерации, ФГОУ ВПО "НГАВТ", М-во пром-сти и энергетики [и др.] . - Новосибирск : НГАВТ, 2006. - 432 с. : ил.  
3. Повышение качества функционирования линий электропередачи [Электронный ресурс] : [монография] / Данилов Геннадий Алексеевич [и др.] ; под ред. В. П. Горелова, В. Г. Сальникова ; М-во трансп. Рос. Федерации, Фед. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования, "Новосиб. гос. акад. водного трансп.". - Новосибирск : НГАВТ, 2013. - 557 с. : ил. - Библиогр.: с.500-517 (160 назв.). - Сетевой ресурс. Открывается с использованием Adobe reader версии 9.0 и новее.  
4. ПУЭ [Электронный ресурс] : правила устройства электроустановок / 6-е и 7-е. изд. - Электронные текстовые данные. - доступ из СПС Консультант Плюс.

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

5. Сальников, В.Г. Методические указания для проведения практических занятий по дисциплине «Электромагнитная совместимость» [Электронный ре-сурс] / В.Г.Сальников. –Новосибирск: СГУВТ- 2017. – 10 с. — Режим доступа: — Загл. с экрана.

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

6. Иванова Е.В. Кондуктивные электромагнитные помехи в электрических сетях 6-10 кВ : монография / Е.В.Иванова, А.А.Руппель, Под ред. Горелова, В.П. – Омск : НГАВТ, 2004. - 284 с.

### 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

#### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Зачет  
 Проверочный тест  
 Комплект практических заданий

#### 6.2. Темы письменных работ

#### 6.3. Контрольные вопросы и задания

Компетенция ОПК-1 «Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки»

Перечень типовых вопросов к проверочному тесту:

- 1 Источники электромагнитных помех.
- 2 Механизмы передачи ЭМП: гальваническая связь, ёмкостная связь, магнитная связь, связь через электромагнитное излучение.
- 3 Характеристики электромагнитных помех.
- 4 Суммирование помех.
- 5 Частотные характеристики систем электроснабжения.
- 6 Влияние заземления нейтрали на распространения кондуктивных электромагнитных помех.

Компетенция ОПК-2 «Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы»

Перечень типовых вопросов к проверочному тесту:

- 1 Пассивные помехоподавляющие фильтры.
- 2 Сетевые фильтры.
- 3 Активные и комбинированные фильтры.
- 4 Мероприятия по обеспечению ЭМС технических средств при отклонениях напряжения, несинусоидальности и несимметрии напряжения.
- 5 Ограничители перенапряжений. Принцип действия. Защитные элементы.
- 6 Экранирование. Принцип действия экранов.
- 7 Материалы для изготовления экранов.
- 8 Экранирование приборов и помещений.
- 9 Экраны кабелей.

Компетенция ПК-3 «Способен обеспечить надежный, экономичный и безопасный режим работы оборудования и режим эксплуатации электро-технических комплексов»

Перечень типовых вопросов к проверочному тесту:

- 1 Нормирование ЭМП и защита от их воздействия.
- 2 Нормирование ЭМС.
- 3 Нормы электромагнитной безопасности.
- 4 Нормирование электромагнитных полей промышленной частоты, электростатического поля, электромагнитных полей высоких и сверхвысоких частот.
- 5 Защита от электромагнитных излучений.
- 6 Методы и средства защиты от ЭМИ.
- 7 Основные этапы проведения работ по определению ЭМО.
- 8 Исходные данные и состав работ по определению ЭМО.
- 9 Воздействие на кабели систем РЗ и технологического управления токов и напряжений промышленной частоты.
- 10 Импульсные помехи, обусловленные переходными процессами в цепях высокого напряжения при коммутациях и коротких замыканиях.
- 11 Импульсные помехи при ударах молнии.
- 12 Электромагнитные поля радиочастотного диапазона.
- 13 Разряды статического электричества.
- 14 Магнитные поля промышленной частоты.
- 15 Помехи, связанные с возмущениями в цепях питания низкого напряжения.

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

Методика оценки проверочного теста

Проверочный тест состоит из 10 заданий, направленных на оценку знаний характеризующих освоение этапов (частей) компетенций.

Каждое из заданий теста, в случае правильного выполнения, оценивается в 10 баллов. Процедура тестирования организована в письменной форме.

Проверочный тест содержит задания закрытого типа с множественным выбором, содержащие несколько вариантов ответов, из которых один правильный. В рамках процедуры тестирования обучающийся, для данного вида заданий, определяет и отмечает один вариант с его точки зрения правильного ответа.

Задание считается выполненным в том случае, если отмечен один правильный вариант ответов. В противном случае задание считается невыполненным. Если обучающийся не отметил ни одного варианта ответа на задание те-ста, то ответ на данное задание считается неправильным.

Время, выделяемое на выполнение теста, не может превышать 45 минут.

Тест считается успешно выполненным в случае, если обучающийся наберет 50 или более баллов, что соответствует демонстрации сформированности этапа в части дисциплины (модуля).

В случаях, если ответы на задания допускают неясности и разночтения (помарки, исправления и т.п.), преподаватель вправе задавать дополнительные вопросы, направленные на уточнение уровня знаний, умений и навыков обучающегося в рамках освоения компетенций по данной дисциплине.

#### Методика оценки комплекта практических заданий по дисциплине

Комплект практических заданий по дисциплине направлен на оценку умений и навыков, характеризующих освоение компетенции.

При проведении практикума оценивается достижение обучающимся целей, поставленных в работе в соответствии с заданием. Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если он достиг всех целей, поставленных в работе, выполнил все задания по теме занятия, оформил их соответствующим образом, смог правильно ответить при необходимости на вопросы преподавателя по существу выполненной работы.

Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если он не выполнил или не предоставил все задания по теме занятия, не смог правильно ответить на вопросы преподавателя по существу выполненной работы.

#### Методика оценки зачета по дисциплине

Зачет является методом демонстрации результатов обучения по дисциплине и является признаком сформированности всех предусмотренных этапов компетенций в процессе освоения образовательной программы в части дисциплины (модуля).

Зачет по дисциплине ставится по итогам работы студента в течение семестра.

Итоговая оценка «зачтено» ставится в случае выполнения и защиты студентом в установленный срок всех практических работ, сдачу проверочного теста на 50-100 баллов.

Во всех остальных случаях – итоговая оценка «не зачтено»

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

#### 7.1 Рекомендуемая литература