

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 32

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

О.Я. Солёная

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«17» февраля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Электромагнитная совместимость в электроэнергетике»

(Наименование дисциплины)

|   |                                    |
|---|------------------------------------|
| Код направления подготовки/<br>специальности          | 13.03.02                           |
| Наименование направления<br>подготовки/ специальности | Электроэнергетика и электротехника |
| Наименование<br>направленности                        | Цифровая энергетика                |
| Форма обучения  | очно-заочная                       |
| Год приема  | 2025                               |

Санкт-Петербург– 2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Ст. преп.

(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

17.02.25

Д.А. Волков

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«17» февраля 2025 г, протокол № 5

Заведующий кафедрой № 32

к.т.н., доц.

(уч. степень, звание)

(подпись, дата)

17.02.25

С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

Ст. преп.

(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

17.02.25

Н.В. Решетникова

(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Электромагнитная совместимость в электроэнергетике» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленности «Цифровая энергетика». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-4 «Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин»

ПК-3 «Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с ознакомлением студентов с теоретическими и практическими положениями оценки и расчета условий электромагнитной совместимости в электротехнических устройствах, а также выбора способов и расчета устройств защиты от электромагнитных помех.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, семинары, самостоятельная работа студента, консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский».

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью дисциплины является ознакомление студентов с теоретическими и практическими положениями оценки и расчета условий электромагнитной совместимости в электротехнических устройствах, а также выбора способов и расчета устройств защиты от электромагнитных помех.

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

| Категория (группа) компетенции   | Код и наименование компетенции   | Код и наименование индикатора достижения компетенции   |
|----------------------------------|--|--|
| Общепрофессиональные компетенции | ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин   | ОПК-4.Д.3 применяет знания основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами   |
| Профессиональные компетенции     | ПК-3 Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией | ПК-3.Д.4 осуществляет контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам |

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- Физика;
- Химия;
- Электроника

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- Нетрадиционная электромеханика.

## 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

| Вид учебной работы  | Всего      | Трудоемкость по семестрам |
|---|------------|---------------------------|
|   |            | №7                        |
| 1   | 2          | 3                         |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>   | 3/ 108     | 3/ 108                    |
| <b>Из них часов практической подготовки</b>   | 8          | 8                         |
| <b>Аудиторные занятия, всего час.</b>   | 34         | 34                        |
| в том числе:  |            |                           |
| лекции (Л), (час)   | 17         | 17                        |
| практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)  | 17         | 17                        |
| лабораторные работы (ЛР), (час)   |            |                           |
| курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)  |            |                           |
| экзамен, (час)  |            |                           |
| <b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>  | 74         | 74                        |
| <b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**) | Дифф. Зач. | Дифф. Зач.                |

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

## 4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

| Разделы, темы дисциплины   | Лекции (час) | ПЗ (СЗ) (час) | ЛР (час) | КП (час) | СРС (час) |
|--|--------------|---------------|----------|----------|-----------|
| Семестр 7  |              |               |          |          |           |
| Раздел 1. Основные положения курса   | 2            | 2             |          |          | 6         |
| Раздел 2. Источники электромагнитных помех                                     | 2            | 2             |          |          | 6         |
| Раздел 3. Механизмы передачи электромагнитных помех                            | 2            | 2             |          |          | 6         |
| Раздел 4. Пассивные помехоподавляющие и защитные компоненты                    | 4            | 4             |          |          | 6         |
| Раздел 5. Определение электромагнитной обстановки на объектах телекоммуникации | 2            | 2             |          |          | 4         |
| Раздел 6. Экологическое и техногенное влияние полей                            | 4            | 4             |          |          | 6         |
| Раздел 7. Нормативные документы в области электромагнитной совместимости       | 1            | 1             |          |          | 4         |
| Итого в семестре:  | 17           | 17            |          |          | 38        |
| Итого  | 17           | 17            | 0        | 0        | 38        |
|  |              |               |          |          |           |

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

| Номер раздела | Название и содержание разделов и тем лекционных занятий  |
|---------------|--|
| <b>1</b>      | Понятие электромагнитной совместимости; электромагнитные влияния; передатчики и приемники электромагнитных помех; уровни помех; помехоподавление; логарифмические относительные характеристики уровней помех; степень передачи помех; помехоподавление; основные типы и возможные диапазоны значений электромагнитных помех; противофазные и синфазные помехи; земля и масса; способы описания и основные параметры помех.   |
| <b>2</b>      | Классификация источников помех; функциональные источники; нефункциональные источники; широкополосные источники; узкополосные источники; источники со сплошным спектром помехи; источники с дискретным спектром помехи; спектр; спектральная плотность; энергетический спектр помехи; источники узкополосных помех; источники широкополосных помех; влияние на сеть; влияние линий электроснабжения; уровень помех в городах; автомобильные устройства зажигания; газоразрядные лампы; коллекторные двигатели; разряды статического электричества; катушки индуктивности; электромагнитный импульс молнии; электромагнитный импульс ядерного взрыва; классификация окружающей среды по уровням помех.   |
| <b>3</b>      | Гальваническое влияние; гальваническое влияние через цепи питания и сигнальные контуры; гальваническое влияние по контурам заземления; мероприятия по снижению гальванического влияния; емкостное влияние; гальванически разделенные контуры; контуры с общим проводом системы опорного потенциала; токовые контуры с большой емкостью относительно земли; емкостное влияние молнии; мероприятия по снижению емкостного влияния; индуктивное влияние; индуктивное влияние между гальванически несвязанными контурами; индуктивное влияние разрядов статического электричества; индуктивное влияние тока молнии; индуктивное влияние тока молнии на электрический контур внутри здания; мероприятия по снижению индуцированных напряжений; воздействие электромагнитного излучения. |
| <b>4</b>      | Фильтры; сетевые фильтры; силовые резонансные фильтры; рекомендации по выбору сетевых фильтров; фильтровые элементы; защита катушками индуктивности и конденсаторами от синфазных и противофазных токов помех; коэффициент затухания фильтра; схемы сетевых фильтров; ограничители перенапряжений; защитные разрядные промежутки, варисторы, лавинные диоды; экранирование; принцип действия экранов; материалы для изготовления экранов; экранирование приборов и помещений; экраны кабелей; разделительные элементы  |
| <b>5</b>      | Основные этапы проведения работ по определению электромагнитной обстановки; исходные данные и состав работ по определению ЭМО на объекте; импульсные помехи, обусловленные переходными процессами в цепях высокого напряжения при коммутациях и коротких замыканиях; импульсные помехи при ударах молнии; электромагнитные поля радиочастотного диапазона; разряды статического электричества; магнитные поля промышленной частоты; помехи, связанные с возмущениями в цепях питания низкого напряжения; импульсные магнитные поля; сравнение полученных значений с допустимыми  |

|          |  |
|----------|--|
|          | уровнями   |
| <b>6</b> | Экологические аспекты электромагнитной совместимости; роль электрических процессов в функционировании живых организмов; электромагнитная обстановка на рабочих местах и в быту; механизмы воздействия электрических и магнитных полей на живые организмы; нормирование безопасных для человека напряженностей электрических и магнитных полей; нормативная база за рубежом и в РФ; нормирование условий работы персонала и проживания людей в зоне влияния ПС и ВЛ СВН; экологическое влияние коронного разряда; влияния линий электропередачи на линии связи. |
| <b>7</b> | Федеральный закон «О государственном регулировании в области обеспечения электромагнитной совместимости технических средств»; ГОСТ Р 50652-94 (2004) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к затухающему колебательному магнитному полю.  |

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

| № п/п            | Темы практических занятий   | Формы практических занятий         | Трудоемкость, (час) | Из них практической подготовки, (час) | № раздела дисциплины |
|------------------|---|------------------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| <b>Семестр 7</b> |   |                                    |                     |                                       |                      |
| 1                | Расчет напряженности электрического поля, создаваемого радиоизлучающими средствами  | Расчетное задание по моделированию | 2                   | 2                                     | 1                    |
| 2                | Расчет широкополосных и узкополосных спектров периодических электромагнитных помех  | Расчетное задание по моделированию | 4                   | 4                                     | 2                    |
| 3                | Расчет широкополосных и узкополосных спектров аperiodических электромагнитных помех | Расчетное задание по моделированию | 4                   | 4                                     | 3                    |
| 4                | Расчет помехоподавляющих фильтров   | Расчетное задание по моделированию | 3                   | 3                                     | 5                    |
| 5                | Расчет экранирующих свойств электромагнитных  | Расчетное задание по моделированию | 4                   | 4                                     | 7                    |

|       |                               |  |    |  |  |
|-------|-------------------------------|--|----|--|--|
|       | экранов из разных материалов. |  |    |  |  |
| Всего |                               |  | 17 |  |  |

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

| № п/п                           | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, (час) | Из них практической подготовки, (час) | № раздела дисциплины |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Учебным планом не предусмотрено |                                 |                     |                                       |                      |
|                                 |                                 |                     |                                       |                      |
| Всего                           |                                 |                     |                                       |                      |

#### 4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

#### 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

| Вид самостоятельной работы                        | Всего, час | Семестр 7, час |
|---|------------|----------------|
| 1   | 2          | 3              |
| Изучение теоретического материала дисциплины (ТО) | 12         | 12             |
| Курсовое проектирование (КП, КР)                  |            |                |
| Расчетно-графические задания (РГЗ)                | 8          | 8              |
| Выполнение реферата (Р)                           | 12         | 12             |
| Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ) | 8          | 8              |
| Домашнее задание (ДЗ)                             | 12         | 12             |
| Контрольные работы заочников (КРЗ)                | 12         | 12             |
| Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)        | 10         | 10             |
| Всего:  | 74         | 74             |

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

#### 6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

| Шифр/<br>URL адрес | Библиографическая ссылка | Количество экземпляров в библиотеке<br>(кроме электронных экземпляров) |
|--------------------|--------------------------|--|
|--------------------|--------------------------|--|



|                  |   |  |
|------------------|---|--|
| 621.392<br>В43   | Виноградов, Евгений Михайлович.<br>Электромагнитная совместимость<br>радиоэлектронных средств [Текст] :<br>учебное пособие / Е. М. Виноградов, В. И.<br>Винокуров, И. П. Харченко. - Л. :<br>Судостроение, 1986. - 263 с. : рис., табл. -<br>Библиогр.: с. 260 (23 назв.). - 0.90 р.<br>Приложения: с. 257 - 259. Издание имеет<br>гриф Министерства образования СССР |  |
| 621.396<br>В49   | Электромагнитная совместимость и<br>имитационное моделирование<br>инфокоммуникационных систем // Маслов,<br>О. Н., Цвилий, Т. А., Воронин, Е. Н.,<br>Шашенков, В. Ф.: М. Радио и связь 2002 .<br>288 с.   |  |
| 621.396.9<br>К17 | Калашников, Н. И.<br>Основы расчета электромагнитной<br>совместимости систем связи через ИЗС с<br>другими радиослужбами : Учеб. пособие<br>для электротехн. ин-тов связи [Текст] / Н.<br>И. Калашников. - М. : Связь, 1970. - 160 с. :<br>ил., табл. - Библиогр. в конце разделов. -<br>0.51 р.   |  |

#### 7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

| URL адрес   | Наименование  |
|---|---|
| <a href="https://www.studmed.ru/nesterov-sv-lekcii-po-elektromagnitnoy-sovmestimosti_79ab27e83ea.html">https://www.studmed.ru/nesterov-sv-lekcii-po-elektromagnitnoy-sovmestimosti_79ab27e83ea.html</a> | Вагин Г.Я., Лоскутов А.Б., Севостьянов А.А.<br>Электромагнитная совместимость в электроэнергетике |
| <a href="http://www.guap.ru">www.guap.ru</a>  | Библиотека ГУАП   |

#### 8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование     |
|-------|------------------|
|       | Не предусмотрено |

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

| № п/п | Наименование     |
|-------|------------------|
|       | Не предусмотрено |

## 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

| № п/п | Наименование составной части материально-технической базы | Номер аудитории (при необходимости) |
|-------|---|-------------------------------------|
| 1     | Лекционная аудитория                                      | 21-18                               |
| 2     | Мультимедийная лекционная аудитория                       | 21-21                               |

## 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

| Вид промежуточной аттестации | Перечень оценочных средств |
|------------------------------|----------------------------|
| Дифференцированный зачёт     | Список вопросов;<br>Тесты; |

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

| Оценка компетенции<br>5-балльная шкала | Характеристика сформированных компетенций   |
|--|---|
| «отлично»<br>«зачтено»                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul> |
| «хорошо»<br>«зачтено»                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>  |

| Оценка компетенции                    | Характеристика сформированных компетенций   |
|---------------------------------------|---|
| 5-балльная шкала                      |   |
| «удовлетворительно»<br>«зачтено»      | <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul> |
| «неудовлетворительно»<br>«не зачтено» | <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>   |

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

| № п/п | Перечень вопросов (задач) для экзамена | Код индикатора |
|-------|--|----------------|
|       | Учебным планом не предусмотрено        |                |

Вопросы для дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы для дифф. зачета

| № п/п | Перечень вопросов для дифф. зачета   | Код индикатора |
|-------|--|----------------|
| 1     | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные определения и требования некоторых нормативных документов по ЭМС.</li> <li>2. Нормирование безопасных для человека напряженностей электрических и магнитных помех.</li> <li>3. Виды электромагнитных помех.</li> <li>4. Помехоэмиссия и помехоустойчивость. Электромагнитная обстановка.</li> <li>5. Категории, типы электромагнитных помех.</li> <li>6. Параметры помех и диапазоны их изменения.</li> <li>7. Уровни электромагнитной совместимости.</li> <li>8. Гармонические составляющие в кривой выпрямленного напряжения в режиме холостого хода.</li> <li>9. Состав гармонических составляющих в кривой первичного тока.</li> <li>10. Высшие гармоники сетевого тока мостовых преобразователей и силовых трансформаторов.</li> <li>11. Высшие гармоники токов бытовых приборов.</li> <li>12. Высшие гармоники, генерируемые установками электродуговой и контактной сварки.</li> <li>13. Периодические гармонические, негармонические воздействия и способы их описания во временной и частотных областях.</li> <li>14. Математическое моделирование периодически повторяющихся прямоугольных импульсов</li> </ol> | ОПК-4.Д.3      |

|   |  |          |
|---|--|----------|
| 2 | 15. Непериодические воздействия и способы их описания во временной и частотных областях.<br>16. ЭМС-номограмма.<br>17. Моделирование механизмов связи.<br>18. Связь через общее полное сопротивление.<br>19. Гальваническая связь.<br>20. Емкостная связь.<br>21. Электромагнитная связь линий.<br>22. Связь излучением.<br>23. Помехи в кабелях, обусловленные электромагнитным воздействием.<br>24. Природа экранирующего действия и электромагнитные экраны. 25. Дифференциальные уравнения Максвелла и эквивалентная глубина проникновения поля.<br>26. Экран из двух параллельных пластин в магнитном поле.<br>27. Цилиндрический экран в продольном поле. 28. Тонкостенный сферический экран.<br>29. Гальваническое разделение.<br>30. Ограничение перенапряжений.<br>31. Фильтры.<br>32. Меры противодействия при разрядах статического электричества.<br>33. Защита сети электропитания. 34. Грозозащита – концепция грозозащитных зон. 35. Устранение электромагнитного излучения.<br>36. Устранение влияния выпрямительных устройств.<br>37. Напряжения и токи промышленной частоты при коротких замыканиях на шинах распределительных устройств.<br>38. Импульсные помехи при коммутациях силового оборудования и коротких замыканиях на шинах распределительного устройства.<br>39. Импульсные помехи при ударах молнии.<br>40. Магнитные поля промышленной частоты<br>41. Основные этапы проведения работ по определению электромагнитной обстановки. | ПК-3.Д.4 |
|---|--|----------|

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

| № п/п | Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы |
|-------|--|
|       | Учебным планом не предусмотрено  |

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

| № п/п | Примерный перечень вопросов для тестов                          | Код индикатора |
|-------|---|----------------|
| 1     | 1. <u>Что означает термин "Электромагнитная совместимость"?</u> | ОПК-           |

|  |  |       |
|--|--|-------|
|  | <p>а) способность технических средств функционировать без помех друг другу;<br/> б) способность технических средств работать в условиях воздействия электромагнитных помех;<br/> в) способность технических средств создавать допустимые электромагнитные помехи для других устройств;<br/> г) уровень электромагнитных помех, создаваемых техническими средствами;<br/> д) совокупность реальных электромагнитных явлений, существующих в определённом месте.</p> <p>2. <u>Приведите примеры электромагнитных помех</u><br/> а) Внеземные космические шумы.<br/> б) Реликтовое излучение.<br/> в) Контактные помехи (помехи, возникающие при переходных процессах при коммутации электрических цепей).<br/> г) Солнечные вспышки.<br/> д) Электрические разряды в атмосферных осадках.<br/> е) Индустриальные помехи (излучение промышленных установок, бытовых электроприборов и т. д.).</p> <p>3. <u>Сопоставьте проблемы ЭМС с решениями, предлагаемыми экранированием:</u><br/> 1) Проблемы:<br/> 2) Решения:<br/> а) Электромагнитные помехи от соседних устройств<br/> б) экранирование с помощью металлических корпусов и заземлений для предотвращения распространения помех<br/> в) Влияние внешних электромагнитных полей<br/> г) экранирование чувствительных компонентов с помощью специальных материалов и конструкций, таких как ферритовые изделия и экранирующие плёнки<br/> д) Проникновение помех через кабельные соединения<br/> е) экранирование кабелей и разъёмов с помощью экранированных кабелей и экранирующих элементов<br/> ж) Воздействие электромагнитных излучений на персонал<br/> з) применение защитных экранов и средств индивидуальной защиты для операторов и обслуживающего персонала</p> <p>4. <u>Составьте правильную последовательность аудита класса ЭМС помещения:</u><br/> а) Определение области применения и нормативных ссылок.<br/> б) Определение терминов и определений.<br/> в) Установление целей проведения сертификации систем менеджмента.<br/> г) Определение требований к условиям проведения сертификации систем менеджмента.<br/> д) Определение объектов аудита (процессы, качество продукции, документы и т. д.).<br/> е) Процесс сертификации систем менеджмента, включая организацию работ, проведение аудита, подготовку и завершение сертификации.</p> <p>5. <u>Причины обострения проблемы ЭМС</u></p> | 4.Д.3 |
|--|--|-------|

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

| № п/п | Перечень контрольных работ |
|-------|----------------------------|
|       | Не предусмотрено           |

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру

проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

### 11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

#### Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

#### Структура предоставления лекционного материала:

##### 1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

###### 1.1. Введение в ЭМС

###### 1.1.1. Что такое электромагнитная совместимость

###### 1.1.2. Потребность в учебном курсе по ЭМС

###### 1.1.3. Примеры электромагнитных помех

###### 1.2. Аспекты и разделы ЭМС

###### 1.3. Стандартизация в области ЭМС

###### 1.3.1. Международные организации

###### 1.3.2. Требования по ЭМС

###### 1.3.3. Стандарты на излучаемые и кондуктивные эмиссии

###### 1.3.4. Измерения на соответствие стандартам

###### 1.4. Нелинейные эффекты и ЭМС

###### 1.4.1. Причины обострения проблемы ЭМС

1.4.2. Аналитическое определение эффектов нелинейного преобразования сигналов при тестовых воздействиях

###### 1.4.3. Способы обеспечения ЭМС

###### 1.5. Неидеальное поведение компонентов

###### 1.5.1. Резисторы

###### 1.5.2. Конденсаторы

###### 1.5.3. Индуктивности

- 1.5.4. Механические контакты
- 1.6. Заземление
  - 1.6.1. Связь через общий импеданс земли
  - 1.6.2. Влияние индуктивности проводника земли
  - 1.6.3. Системы заземления
  - 1.6.4. Паразитные контуры заземления
- 1.7. Экранирование
  - 1.7.1. Ближняя и дальняя зоны
  - 1.7.2. Экранирование металлической пластиной
  - 1.7.3. Экранирование магнитного поля
  - 1.7.4. Экранирование электрического поля
  - 1.7.5. Коэффициент экранирования коаксиальных кабелей
  - 1.7.6. Подсоединение экрана коаксиального кабеля
  - 1.7.7. Витая пара
  - 1.7.8. Экранирующие прокладки
- 1.8. Фильтрация
  - 1.8.1. Синфазный и противофазный токи
  - 1.8.2. Синфазный дроссель
  - 1.8.3. Фильтр сетевого питания
  - 1.8.4. Использование ферритов с потерями
- 1.9. Помехи по цепям земля-питание
- 1.10. Электростатический разряд
- 2. УМЕНЬШЕНИЕ ИСКАЖЕНИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ В МЕЖСОЕДИНЕНИЯХ
  - 2.1. Суть проблемы и её актуальность
  - 2.2. Основные причины искажений сигналов в межсоединениях и способы их уменьшения
  - 2.3. Уменьшение искажений по результатам экспериментального моделирования
    - 2.3.1. Помехозащищённая теплопроводная монтажная плата и качественная оценка её возможностей
    - 2.3.2. Макетирование межсоединений
    - 2.3.3. Распространение импульсных сигналов в одиночных линиях
    - 2.3.4. Перекрёстные помехи в парах связанных линий
  - 2.4. Уменьшение искажений по результатам теоретического моделирования
    - 2.4.1. Уменьшение искажений по результатам оценки погонных параметров линий
    - 2.4.2. Уменьшение искажений в структурах одиночных линий
    - 2.4.3. Уменьшение дальней перекрёстной помехи в последовательно соединённых отрезках связанных линий
    - 2.4.4. Уменьшение искажений в отрезке многопроводной линии
- 3. ОБЗОР ПРОБЛЕМЫ ПРЕДНАМЕРЕННЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ
  - 3.1. История и актуальность
  - 3.2. Источники
  - 3.3. Уязвимость
  - 3.4. Ослабление или усиление
  - 3.5. Пути решения проблемы
  - 3.6. Оценка возможных угроз авионике
- 4. ЗАЩИТА ОТ ПРЕДНАМЕРЕННЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ
  - 4.1. Методология
  - 4.2. Контроль паразитных эффектов
    - 4.2.1. Сосредоточенные компоненты
    - 4.2.2. Печатные платы
    - 4.2.3. Протяжённые межсоединения

#### 4.3. Компьютерное моделирование: оптимизация генетическими алгоритмами

##### 4.3.1. Параметрическая оптимизация

##### 4.3.2. Структурная оптимизация

##### 4.3.3. Структурно-параметрическая оптимизация

#### 11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах

Основной целью для обучающегося является систематизация и обобщение знаний по изучаемой теме, разделу, формирование умения работать с дополнительными источниками информации, сопоставлять и сравнивать точки зрения, конспектировать прочитанное, высказывать свою точку зрения и т.п. В соответствии с ведущей дидактической целью содержанием семинарских занятий являются узловые, наиболее трудные для понимания и усвоения темы, разделы дисциплины. Спецификой данной формы занятий является совместная работа преподавателя и обучающегося над решением поставленной проблемы, а поиск верного ответа строится на основе чередования индивидуальной и коллективной деятельности.

При подготовке к семинарскому занятию по теме прослушанной лекции необходимо ознакомиться с планом его проведения, с литературой и научными публикациями по теме семинара.

##### Требования к проведению семинаров

Основной целью для обучающегося является систематизация и обобщение знаний по изучаемой теме, разделу, формирование умения работать с дополнительными источниками информации, сопоставлять и сравнивать точки зрения, конспектировать прочитанное, высказывать свою точку зрения и т.п. В соответствии с ведущей дидактической целью содержанием семинарских занятий являются узловые, наиболее трудные для понимания и усвоения темы, разделы дисциплины. Спецификой данной формы занятий является совместная работа преподавателя и обучающегося над решением поставленной проблемы, а поиск верного ответа строится на основе чередования индивидуальной и коллективной деятельности.

При подготовке к семинарскому занятию по теме прослушанной лекции необходимо ознакомиться с планом его проведения, с литературой и научными публикациями по теме семинара.

#### 11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.



### Требования к проведению практических занятий

1 Практические занятия проводятся после чтения лекций, дающих теоретические основы для их выполнения. Допускается выполнение практических занятий до прочтения лекций с целью облегчения изучения теоретического материала при наличии описаний работ, включающих необходимые сведения или ссылки на конкретные учебные издания, содержащие эти сведения.

2 Основанием проведения практических занятий по дисциплине являются: у программа учебной дисциплины; у расписание учебных занятий.

3 Условия проведения практических занятий.

3.1 Практические занятия должны проводиться в аудиториях, соответствующих санитарно-гигиеническим нормам.

3.2 Во время практических занятий должны соблюдаться порядок и дисциплина в соответствии с Правилами внутреннего распорядка.

3.3 Практические занятия должны быть обеспечены в достаточном объеме необходимыми методическими материалами, включающими в себя комплект методических указаний к выполнению практических работ по данной дисциплине.

3.4 Преподаватель несет ответственность за организацию практических занятий. Он имеет право определять содержание практических работ, выбирать методы и средства проведения занятия, наиболее полно отвечающие их особенностям и обеспечивающие высокое качество учебного процесса.

4.4 Права, ответственность и обязанности студента.

4.1 На практическом занятии студент имеет право задавать преподавателю вопросы по содержанию и методике выполнения работы. Ответ преподавателя должен обеспечивать выполнение студентом работы в течение занятия в полном объеме и с надлежащим качеством, оговоренным в методических указаниях к практической работе.

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы

Курсовой проект/ работа проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности.

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Текущий контроль успеваемости проводится на практических занятиях в устном формате.

Результаты текущего контроля сообщаются студентам непосредственно на следующем занятии.

Результаты текущего контроля успеваемости учитываются при проведении промежуточной аттестации. При непрохождении текущего контроля студенту ставится оценка «неудовлетворительно».

11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Контрольная работа – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу. Объем курсовой работы может достигать 10-20 страниц; время, отводимое на ее написание – от 1-2 месяцев до семестра. В зависимости от объема времени, отводимого на выполнение задания, курсовая работа может иметь различную творческую направленность. При написании курсовой работы студент должен полностью раскрыть выбранную тему, соблюсти логику изложения материала, показать умение делать обобщения и выводы. Курсовая работа должна состоять из введения, основной части, заключения и списка использованной литературы. Во введении автор кратко обосновывает актуальность темы, структуру работы и даёт обзор использованной литературы. В основной части раскрывается сущность выбранной темы; основная часть может состоять из двух или более глав (разделов); в конце каждого раздела делаются краткие выводы. В заключении подводятся итог выполненной работы и делаются общие выводы. В списке использованной литературы указываются все публикации, которыми пользовался автор. При оценке

уровня выполнения курсовой работы, в соответствии с поставленными целями для данного вида учебной деятельности могут контролироваться следующие умения, навыки и компетенции: умение работать с объектами изучения, критическими источниками, справочной и энциклопедической литературой; умение собирать и систематизировать практический материал; умение самостоятельно осмысливать проблему на основе существующих методик; умение логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы; умение соблюдать форму научного исследования; умение пользоваться глобальными информационными ресурсами; владение современными средствами телекоммуникаций; способность и готовность к использованию основных прикладных программных средств; умение обосновывать и строить априорную модель изучаемого объекта или процесса; способность создать содержательную презентацию выполненной работы.

Основные требования к оформлению комплекта тестовых заданий Комплект тестовых заданий (далее - КТЗ) должен быть представлен в виде текстового документа (Microsoft Word). Все тестовые задания должны соответствовать и быть разделены по контролируемым разделам (модулям) дисциплины. Выделяют следующие основные типы тестовых заданий (ТЗ): выбор одного варианта ответа из предложенного множества, выбор нескольких верных вариантов ответа из предложенного множества, задания на установление соответствия, задание на установление правильной последовательности, задание на заполнение пропущенного ключевого слова, графическая форма тестового задания и др. При составлении КТЗ желательно использовать все типы тестовых заданий.

#### ПРИМЕРЫ ОФОРМЛЕНИЯ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ:

Выбор одного варианта ответа из предложенного множества Инструкция студенту:  
Выберите один правильный вариант

Пример оформления ТЗ:

Столицей Российской Федерации является:

- Санкт-Петербург
- Минск;
- Москва;

Примечание: Правильный вариант ответа выделяется полужирным шрифтом. Количество вариантов ответа должно быть не менее 4 и не более 8.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

| Дата внесения изменений и дополнений.<br>Подпись внесшего изменения | Содержание изменений и дополнений | Дата и № протокола заседания кафедры | Подпись зав. кафедрой |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |