

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИТТСУ



П.Ф. Бестемьянов

21 мая 2019 г.

Кафедра «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте»

Автор Шаманов Виктор Иннокентьевич, д.т.н., профессор

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Электромагнитная совместимость и средства защиты**

Специальность: 23.05.05 – Системы обеспечения движения поездов

Специализация: Телекоммуникационные системы и сети железнодорожного транспорта

Квалификация выпускника: Инженер путей сообщения

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2017

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p style="text-align: center;">Одобрено на заседании<br/>Учебно-методической комиссии института<br/>Протокол № 9<br/>20 мая 2019 г.<br/>Председатель учебно-методической<br/>комиссии</p>  <p style="text-align: right;">С.В. Володин</p> | <p style="text-align: center;">Одобрено на заседании кафедры</p> <p>Протокол № 10<br/>15 мая 2019 г.<br/>Заведующий кафедрой</p>  <p style="text-align: right;">А.А. Антонов</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) в виде электронного документа выгружена из единой корпоративной информационной системы управления университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 21905  
Подписал: Заведующий кафедрой Антонов Антон Анатольевич  
Дата: 15.05.2019

Москва 2019 г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) по направлению подготовки (специальности) 190901 «Системы обеспечения движения поездов» основной целью изучения дисциплины “Электромагнитная совместимость и средства защиты” является формирование у обучающегося следующего состава компетенций:

- готовность использовать нормативные правовые документы в своей профессиональной деятельности (общекультурная компетенция, ОК-6);
- способность применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (профессиональная компетенция, ПК-1);
- владение основами расчета и проектирования элементов и устройств различных физических принципов действия (ПК-12);
- в производственно-технологической деятельности -
- умение использовать в профессиональной деятельности современные информационные технологии, изучать и анализировать информацию, технические данные, показатели и результаты работы систем обеспечения движения поездов, обобщать и систематизировать их, проводить необходимые расчеты (ПК-14);
- умение использовать нормативные документы по качеству, стандартизации, сертификации и правилам технической эксплуатации, технического обслуживания, ремонта и производства систем обеспечения движения поездов; использовать технические средства для диагностики технического состояния систем; использовать элементы экономического анализа в практической деятельности (ПК-15);
- умение разрабатывать и использовать нормативно-технические документы для контроля качества технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов, их модернизации, оценки влияния качества продукции на безопасность движения поездов, осуществлять анализ состояния безопасности движения поездов (ПК-16);
- в организационно-управленческой деятельности:
- умение анализировать технологический процесс эксплуатации, технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов как объекта управления (ПК-21);
- способность контролировать соответствие технической документации разрабатываемых проектов техническим регламентам, санитарным нормам и правилам, техническим условиям и другим нормативным документам (ПК-23);
- в проектно-конструкторской деятельности:
- готовность к организации проектирования систем обеспечения движения поездов; умение разрабатывать проекты систем, технологических процессов производства, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов, средств технологического оснащения производства; готовность разрабатывать конструкторскую документацию и нормативно-технические документы с использованием компьютерных технологий (ПК-24);
- умение разрабатывать с учетом эстетических, прочностных и экономических параметров технические задания и проекты устройств электроснабжения, железнодорожной автоматики и телемеханики, стационарной и подвижной связи, средств защиты устройств при аварийных ситуациях; определять цель проекта; способность составлять планы размещения оборудования, технического оснащения и организации рабочих мест, рассчитывать загрузку оборудования и показатели качества продукции, проводить сравнительный экономический анализ и экономическое обоснование инвестиционных проектов при внедрении и реконструкции систем обеспечения движения поездов (ПК-26);
- в научно-исследовательской деятельности:
- способность анализировать поставленные исследовательские задачи в областях проектирования и ремонта систем обеспечения движения поездов (ПК-27);

умение составлять описания проводимых исследований и разрабатываемых проектов, собирать данные для составления отчетов, обзоров и другой технической документации (ПК-30);

по специализации № 1 «Электроснабжение железных дорог»:

умение применять методы математического и компьютерного моделирования для исследования систем и устройств электроснабжения железнодорожного транспорта;

владение технологией компьютерного проектирования и моделирования систем и устройств электроснабжения с применением пакетов прикладных программ

(профессионально-специализированная компетенция, ПСК-1.2);

владение методологией расчетов основных параметров системы тягового электроснабжения, выбора мест расположения тяговых подстанций и линейных устройств тягового электроснабжения в зависимости от размеров движения и иных существенных условий, в том числе при организации тяжеловесного, скоростного и высокоскоростного движения поездов (ПСК-1.3);

знание способов выработки, передачи, распределения и преобразования электрической энергии, закономерности функционирования электрических сетей и энергосистем, теоретические основы электрической тяги, техники высоких напряжений; знание технологии, правил и способов организации технического обслуживания и ремонта устройств контактной сети и линий электропередачи, тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств тягового электроснабжения, автоматики и телемеханики по заданному ресурсу и техническому состоянию; знание эксплуатационно-технических требований к системам электроснабжения (ПСК-1.6).

В области электромагнитной совместимости технических средств на железнодорожном транспорте и средств защиты указанные компетенции формируются путем:

освоения студентами методов расчёта и способов обеспечения электромагнитной совместимости электрических железных дорог со смежными линиями связи, рельсовыми цепями автоблокировки, устройствами железнодорожной автоматики, низковольтными линиями электропередачи, трубопроводами, металлическими сооружениями и питающими высоковольтными электросетями;

изучения методов математического моделирования источников помех (выпрямительно-инверторных агрегатов тяговых подстанций, электроподвижного состава и др.), законов передачи электромагнитной энергии электрических железных дорог в смежные системы, способов борьбы с атмосферными и коммутационными перенапряжениями.

## **2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО**

Учебная дисциплина "Электромагнитная совместимость и средства защиты" относится к блоку 1 "Дисциплины (модули)" и входит в его базовую часть.

### **2.1. Наименования предшествующих дисциплин**

Для изучения данной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

#### **2.1.1. Математика:**

Знания: основные понятия и методы математического анализа, аналитической геометрии и линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, гармонического анализа; основы теории вероятностей.

Умения: выявить и идентифицировать проблемы своей профессиональной деятельности, сформулировать цели их исследования и решения, выбрать и обосновать группу критериев для оценки полезности разрабатываемых решений.

Навыки: методами математического описания физических явлений и процессов, определяющих принципы работы различных технических устройств..

#### **2.1.2. Теоретические основы электротехники:**

Знания: Знать основные теоретические положения электротехники, связанные с получением электрической энергии, ее передачи, распределения и потребления

Умения: Уметь применять полученные знания для расчета и анализа электромагнитных процессов в электрических цепях

Навыки: Владеть аппаратом расчета сложных электрических цепей в автоматизированных системах и системах связи

#### **2.1.3. Физика:**

Знания: основные принципы построения знания о современной физической картине мира и эволюции Вселенной, пространственно-временных закономерностях строения вещества

Умения: логически верно воспринимать и изучать окружающий мир и явления природы

Навыки: навыками использования знаний о современной физической картине мира и эволюции Вселенной, пространственно-временных закономерностях, строении вещества в своей профессиональной деятельности

### **2.2. Наименование последующих дисциплин**

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения дисциплины студент должен:

| №<br>п/п | Код и название компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Ожидаемые результаты                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | ОК-2 способностью логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь, создавать тексты профессионального назначения, умением отстаивать свою точку зрения, не разрушая отношений;                                                                                                                                                                                                                                            | <p>Знать и понимать: устную и письменную речь, а также особенности технической терминологии в области железнодорожной автоматики и телемеханики.</p> <p>Уметь: создавать тексты профессионального назначения в области железнодорожной автоматики и телемеханики.</p> <p>Владеть: способами отстаивания своей точки зрения, не разрушая отношений с коллегами.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 2        | ПК-11 готовностью к организации проектирования систем обеспечения движения поездов, способностью разрабатывать проекты систем, технологических процессов производства, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов, средств технологического оснащения производства, готовностью разрабатывать конструкторскую документацию и нормативно-технические документы с использованием компьютерных технологий. | <p>Знать и понимать: системы электроснабжения, автоматики, телемеханики и связи на железнодорожном транспорте и метрополитенах; схемы питания тяговых потребителей, методы расчета и средства защиты систем и устройств обеспечения безопасности движения поездов; условия работы контактной сети и линий электропередачи, их конструктивные параметры и расчет, физические основы электромагнитной совместимости; средства и методы повышения безопасности системах обеспечения движения поездов; основные характеристики устройств электроснабжения, сигнализации, связи и их узлов и систем;</p> <p>Уметь: производить расчет электромагнитной совместимости систем электроснабжения с устройствами связи, телекоммуникациями и железнодорожной автоматикой; производить расчет токов короткого замыкания в электрических сетях и энергосистемах, выбирать параметры сглаживающих фильтров тяговых подстанций, фильтр-компенсирующих устройств и защитного силового электрооборудования подстанций и линейных устройств тягового электроснабжения. пользоваться интернетом и компьютерными технологиями.</p> <p>Владеть: методами обоснования электромагнитной совместимости электрических железных дорог с воздушными и кабельными линиями связи, радиовещания, телеуправления и телесигнализации, рельсовыми цепями автоблокировки, низковольтными линиями электропередачи и питающими электросетями; методикой расчета импульсных токов, атмосферных и коммутационных перенапряжений; выбором оптимальных схем и параметров преобразовательных агрегатов и сглаживающих фильтров тяговых подстанций и линий</p> |

| №<br>п/п | Код и название компетенции | Ожидаемые результаты                                                                                                                        |
|----------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          |                            | электропередачи;<br>разработкой защиты подземных сооружений и<br>выбором способов экранирования внешних<br>электрических и магнитных полей; |

#### **4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ И АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСАХ**

##### **4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет:**

5 зачетных единиц (180 ак. ч.).

##### **4.2. Распределение объема учебной дисциплины на контактную работу с преподавателем и самостоятельную работу обучающихся**

| Вид учебной работы                                                 | Количество часов        |                 |
|--------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------|
|                                                                    | Всего по учебному плану | Семестр 7       |
| Контактная работа                                                  | 54                      | 54,15           |
| Аудиторные занятия (всего):                                        | 54                      | 54              |
| В том числе:                                                       |                         |                 |
| лекции (Л)                                                         | 36                      | 36              |
| лабораторные работы (ЛР)(лабораторный практикум) (ЛП)              | 18                      | 18              |
| Самостоятельная работа (всего)                                     | 63                      | 63              |
| Экзамен (при наличии)                                              | 63                      | 63              |
| ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, часы:                               | 180                     | 180             |
| ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, зач.ед.:                            | 5.0                     | 5.0             |
| Текущий контроль успеваемости (количество и вид текущего контроля) | КР (1), ПК2, ТК         | КР (1), ПК2, ТК |
| Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)                     | Экзамен                 | Экзамен         |

### 4.3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

| № п/п | Семестр | Тема (раздел) учебной дисциплины                                                                                                                                                          | Виды учебной деятельности в часах/<br>в том числе интерактивной форме |     |       |     |    |       | Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации |
|-------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----|-------|-----|----|-------|-----------------------------------------------------------------|
|       |         |                                                                                                                                                                                           | Л                                                                     | ЛР  | ПЗ/ТП | КСР | СР | Всего |                                                                 |
| 1     | 2       | 3                                                                                                                                                                                         | 4                                                                     | 5   | 6     | 7   | 8  | 9     | 10                                                              |
| 1     | 7       | Раздел 1<br>Проблемы электромагнитной совместимости и защиты от помех.                                                                                                                    | 4/4                                                                   |     |       |     | 25 | 29/4  |                                                                 |
| 2     | 7       | Тема 1.1<br>Задачи и проблемы по обеспечению помехоустойчивости устройств в системах ЖАТС. Влияние ЭМС на информационную безопасность, безопасность и бесперебойность движения поездов.   | 2/2                                                                   |     |       |     | 22 | 24/2  | ,<br>Контрольные вопросы                                        |
| 3     | 7       | Тема 1.2<br>Электромагнитная обстановка, классификация. Границы ЭМС и интервалы совместимости. Виды помех. Способы защиты от помех.                                                       | 2/2                                                                   |     |       |     |    | 2/2   | ,<br>Контрольные вопросы                                        |
| 4     | 7       | Раздел 2<br>Источники помех.                                                                                                                                                              | 4/4                                                                   | 4/1 |       |     | 3  | 11/5  |                                                                 |
| 5     | 7       | Тема 2.1<br>Источник и рецептор электромагнитных помех. Механизмы связи: кондуктивная связь, индуктивная связь, емкостная связь, связь через излучение.                                   | 2/2                                                                   |     |       |     |    | 2/2   | ,<br>Тесты 1                                                    |
| 6     | 7       | Тема 2.2<br>Помехоэмиссия от кабелей, электрических цепей и сетей. Влияние источников электропитания. Воздействия грозовых разрядов, разрядов статического электричества и радиочастотных | 2/2                                                                   |     |       |     |    | 2/2   | ,<br>Контрольные вопросы                                        |

| №<br>п/п | Семестр | Тема (раздел)<br>учебной дисциплины                                                                                                                                                                                               | Виды учебной деятельности в часах/<br>в том числе интерактивной форме |      |       |     |    |       | Формы<br>текущего<br>контроля<br>успеваемости и<br>промежу-<br>точной<br>аттестации |
|----------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------|-------|-----|----|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|          |         |                                                                                                                                                                                                                                   | Л                                                                     | ЛР   | ПЗ/ТП | КСР | СР | Всего |                                                                                     |
| 1        | 2       | 3                                                                                                                                                                                                                                 | 4                                                                     | 5    | 6     | 7   | 8  | 9     | 10                                                                                  |
|          |         | полей.<br>Внутрисистемные<br>помехи.                                                                                                                                                                                              |                                                                       |      |       |     |    |       |                                                                                     |
| 7        | 7       | Раздел 3<br>Каналы<br>распространения<br>электромагнитных<br>помех.                                                                                                                                                               | 4/4                                                                   |      |       |     | 6  | 10/4  |                                                                                     |
| 8        | 7       | Тема 3.1<br>Помехи в воздушных<br>и кабельных линиях<br>связи при<br>воздействии<br>электромагнитного<br>поля. Связи между<br>кабелями.                                                                                           | 2/2                                                                   |      |       |     |    | 2/2   | ,<br>Контрольные<br>вопросы                                                         |
| 9        | 7       | Тема 3.2<br>Тяговая рельсовая<br>сеть как источник и<br>канал<br>распространения<br>электромагнитных<br>помех.                                                                                                                    | 2/2                                                                   |      |       |     |    | 2/2   | ,<br>Контрольные<br>вопросы                                                         |
| 10       | 7       | Раздел 4<br>Уровни и<br>характеристики<br>помех.                                                                                                                                                                                  | 4                                                                     | 4/2  |       |     | 3  | 11/2  |                                                                                     |
| 11       | 7       | Тема 4.1<br>Электростатические<br>контактные и<br>воздушные разряды.<br>Помехи по<br>электропитанию.<br>Наносекундные<br>импульсные помехи.<br>Помехи от<br>радиочастотного<br>магнитного поля и<br>поля промышленной<br>частоты. | 2                                                                     |      |       |     |    | 2     | ,<br>Контрольные<br>вопросы                                                         |
| 12       | 7       | Тема 4.2<br>Виды и уровни<br>сигналов и помех в<br>системах ЖАТС.<br>Интенсивность,<br>причины и внешние<br>проявления сбоев в<br>работе систем<br>ЖАТС.                                                                          | 2                                                                     |      |       |     |    | 2     | ,<br>Контрольные<br>вопросы                                                         |
| 13       | 7       | Раздел 5<br>Методы и средства<br>ослабления уровня<br>электромагнитных<br>помех.                                                                                                                                                  | 12                                                                    | 10/3 |       |     | 11 | 33/3  | ТК                                                                                  |

| №<br>п/п | Семестр | Тема (раздел)<br>учебной дисциплины                                                                                                                                                                                                    | Виды учебной деятельности в часах/<br>в том числе интерактивной форме |    |       |     |    |       | Формы<br>текущего<br>контроля<br>успеваемости и<br>промежу-<br>точной<br>аттестации |
|----------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----|-------|-----|----|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|          |         |                                                                                                                                                                                                                                        | Л                                                                     | ЛР | ПЗ/ТП | КСР | СР | Всего |                                                                                     |
| 1        | 2       | 3                                                                                                                                                                                                                                      | 4                                                                     | 5  | 6     | 7   | 8  | 9     | 10                                                                                  |
| 14       | 7       | Тема 5.1<br>Пути обеспечения<br>помехоустойчивости<br>микроэлектронной и<br>микропроцессорной<br>аппаратуры от<br>внутрисистемных и<br>внешних помех.                                                                                  | 2                                                                     |    |       |     |    | 2     | ,<br>Контрольные<br>вопросы                                                         |
| 15       | 7       | Тема 5.2<br>Экранирование<br>аппаратуры, кабелей<br>и защита от помех<br>неэкранированных<br>кабелей.                                                                                                                                  | 2                                                                     |    |       |     |    | 2     | ПК2                                                                                 |
| 16       | 7       | Тема 5.3<br>Витая пара, плоские<br>кабели. Раз-несение<br>и маршрутизация<br>кабелей.<br>Обеспечение<br>пожаробезопасности<br>кабельных сетей.                                                                                         | 2                                                                     |    |       |     |    | 2     | ,<br>Контрольные<br>вопросы                                                         |
| 17       | 7       | Тема 5.4<br>Заземление для<br>обеспечения ЭМС,<br>уравнивание<br>потенциалов и<br>изоляция. Методы<br>создания<br>параллельного<br>проводника<br>заземления.                                                                           | 2                                                                     |    |       |     |    | 2     | ,<br>Контрольные<br>вопросы                                                         |
| 18       | 7       | Тема 5.5<br>Защита электронного<br>оборудования и<br>устройств ЖАТС от<br>воздействия<br>статического<br>электричества,<br>молний, а также от<br>перенапряжений при<br>коротких<br>замыканиях в<br>контактной сети и в<br>энергосетях. | 2                                                                     |    |       |     |    | 2     | ,<br>Контрольные<br>вопросы                                                         |
| 19       | 7       | Тема 5.6<br>Ослабление помех<br>фильтрами.<br>Классификация ,<br>расчеты фильтров.                                                                                                                                                     | 2                                                                     |    |       |     |    | 2     | ,<br>Контрольные<br>вопросы                                                         |
| 20       | 7       | Раздел 6<br>Стандартизация и<br>нормирование в<br>области                                                                                                                                                                              | 4                                                                     |    |       |     | 8  | 12    |                                                                                     |

| №<br>п/п | Семестр | Тема (раздел)<br>учебной дисциплины                                                                                                                                                               | Виды учебной деятельности в часах/<br>в том числе интерактивной форме |      |       |     |    |        | Формы<br>текущего<br>контроля<br>успеваемости и<br>промежу-<br>точной<br>аттестации |
|----------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------|-------|-----|----|--------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|          |         |                                                                                                                                                                                                   | Л                                                                     | ЛР   | ПЗ/ТП | КСР | СР | Всего  |                                                                                     |
| 1        | 2       | 3                                                                                                                                                                                                 | 4                                                                     | 5    | 6     | 7   | 8  | 9      | 10                                                                                  |
|          |         | электромагнитной<br>совместимости.                                                                                                                                                                |                                                                       |      |       |     |    |        |                                                                                     |
| 21       | 7       | Тема 6.1<br>Закон РФ об ЭМС.<br>Технические<br>требования по ЭМС,<br>разработанные<br>европейскими<br>органами по<br>стандартизации.                                                              | 2                                                                     |      |       |     |    | 2      | ,<br>Контрольные<br>вопросы                                                         |
| 22       | 7       | Тема 6.2<br>Нормы<br>помехоэмиссии.<br>Нормативно-<br>техническая<br>документация в<br>области ЭМС систем<br>ЖАТС.                                                                                | 2                                                                     |      |       |     |    | 2      | ,<br>Контрольные<br>вопросы                                                         |
| 23       | 7       | Раздел 7<br>Методы испытаний,<br>сертификации и<br>измерений при<br>решении вопросов<br>электромагнитной<br>совместимости.                                                                        | 4                                                                     |      |       |     | 7  | 11     |                                                                                     |
| 24       | 7       | Тема 7.1<br>Принципы, техника<br>и технология<br>измерения помех.<br>Измерение помех в<br>процессе<br>эксплуатации<br>систем.                                                                     | 2                                                                     |      |       |     |    | 2      | ,<br>Контрольные<br>вопросы                                                         |
| 25       | 7       | Тема 7.2<br>Аппаратура для<br>испытания на ЭМС.<br>Требования к<br>приборам для<br>измерения<br>характеристик<br>помехоустойчивости.<br>Испытания на<br>помехоустойчивость<br>и на помехоэмиссию. | 2                                                                     |      |       |     |    | 2      | КР                                                                                  |
| 26       | 7       | Экзамен                                                                                                                                                                                           |                                                                       |      |       |     |    | 63     | Экзамен                                                                             |
| 27       |         | Всего:                                                                                                                                                                                            | 36/12                                                                 | 18/6 |       |     | 63 | 180/18 |                                                                                     |

#### 4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

Лабораторные работы предусмотрены в объеме 18 ак. ч.

| № п/п  | № семестра | Тема (раздел) учебной дисциплины                                        | Наименование занятий                                                        | Всего часов/ из них часов в интерактивной форме |
|--------|------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 1      | 2          | 3                                                                       | 4                                                                           | 5                                               |
| 1      | 7          | РАЗДЕЛ 2<br>Источники помех.                                            | Исследование помехозащищенности генератора кодированного сигнала.           | 4 / 1                                           |
| 2      | 7          | РАЗДЕЛ 4<br>Уровни и характеристики помех.                              | Исследование помехозащищенности приемника кодированного сигнала.            | 4 / 2                                           |
| 3      | 7          | РАЗДЕЛ 5<br>Методы и средства ослабления уровня электромагнитных помех. | Исследование помехозащищенности приемника кодированного сигнала.            | 4 / 2                                           |
| 4      | 7          | РАЗДЕЛ 5<br>Методы и средства ослабления уровня электромагнитных помех. | Исследование помехозащищенности полупроводникового преобразователя сигналов | 4 / 1                                           |
| 5      | 7          | РАЗДЕЛ 5<br>Методы и средства ослабления уровня электромагнитных помех. | Исследование электрических фильтров.                                        | 2                                               |
| ВСЕГО: |            |                                                                         |                                                                             | 18/6                                            |

#### 4.5. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Курсовой проект представляет собой комплексное расчётно-экспериментальное исследование электромагнитной совместимости электрических ж.д. с линиями связи и питающими электросетями.

Тема курсового проекта: “Разработка способов снижения электромагнитного и гальванического влияния электрических ж.д. на линии связи и питающие электросистемы до нормированных величин”. Варианты исходных условий определяются заданием к комплексной учебно-исследовательской работе: вид электрической ж.д. (переменного тока 25 кВ или 2Х25 кВ, постоянного тока с напряжением в тяговой сети 3 кВ, 12 кВ или 24 кВ) и тип электроподвижного состава (выпрямительный, с тиристорно-импульсными преобразователями, с асинхронным тяговым приводом).

Объём курсового проекта: определяется часами самостоятельной и аудиторной работы в соответствии с учебным планом. В работе должны быть отражены: расчеты опасных влияний электрических ж.д. переменного тока на линии связи в вынужденном режиме и в режиме короткого замыкания в тяговой сети; теоретические расчёты и экспериментальные исследования гармонических составляющих выпрямленного (инвертируемого) напряжения и тока в тяговой сети, сетевого тока и питающего напряжения тяговых подстанций постоянного тока; расчёты мешающих влияний электрических ж.д. переменного и постоянного тока на линии связи для заданных мгновенных схем электроснабжения и режимов работы выпрямительно-инверторных агрегатов тяговых

подстанций и электроподвижного состава; выбор оптимальных схем и параметров сглаживающих фильтров тяговой подстанции постоянного тока и тиристорно-импульсного подвижного состава; расчёты коэффициентов искажения сетевого тока, коэффициентов несинусоидальности питающего напряжения, коэффициентов мощности выпрямительно-инверторных агрегатов тяговых подстанций, предложения и разработка мероприятий по доведению этих показателей до значений допустимых по ГОСТ 32144-2013 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения».

Курсовой проект оформляется в виде пояснительной записки, отражающей основное содержание проекта и включающей рисунки и осциллограммы кривых выпрямленного (инвертируемого) напряжения, токов в тяговой сети, сетевого тока и питающего напряжения, а также наведенных напряжений в линии связи для указанных в задании режимов работы выпрямительно-инверторных агрегатов тяговых подстанций и электроподвижного состава.

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Преподавание дисциплины «Электромагнитная совместимость и средства защиты» осуществляется в форме лекций и практических (лабораторных) занятий.

Лекции проводятся в традиционной классической организационной форме.

Практические занятия организованы путем рассмотрения конкретных методов расчета электромагнитных влияний в системе электрической тяги и выбора технических средств по обеспечению электромагнитной совместимости систем электрической тяги постоянного и переменного тока с объектами инфраструктуры железнодорожного транспорта.

Самостоятельная работа студента организована с использованием традиционных видов работы и электронных технологий. К традиционным видам работы относятся отработка лекционного материала и отработка отдельных тем по учебным пособиям. К электронным технологиям относятся отработка отдельных тем по электронным материалам.

Оценка полученных знаний, умений и навыков основана на использовании фонда оценочных средств освоенных компетенций, который включают в себя как вопросы теоретического характера для оценки знаний, так и задания практического содержания (решение задач) для оценки умений и навыков. Теоретические знания проверяются путём применения таких организационных форм, как индивидуальные и групповые опросы, решение задач.

Итогом успешного прохождения учебной дисциплины является успешное выполнение и защита курсовой работы (с дифференцированной оценкой), а также сдача экзамена (два вопроса и задача).

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

| № п/п | № семестра | Тема (раздел) учебной дисциплины                                        | Вид самостоятельной работы студента. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы                                                                   | Всего часов |
|-------|------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 1     | 2          | 3                                                                       | 4                                                                                                                                                                           | 5           |
| 1     | 7          | РАЗДЕЛ 1<br>Проблемы электромагнитной совместимости и защиты от помех.  | Задачи и проблемы по обеспечению помехоустойчивости устройств в системах ЖАТС. Влияние ЭМС на информационную безопасность, безопасность и бесперебойность движения поездов. | 22          |
| 2     | 7          | РАЗДЕЛ 1<br>Проблемы электромагнитной совместимости и защиты от помех.  | Поиск и обзор статистических данных, а также научных публикаций, подготовка заключения по обзору.                                                                           | 1           |
| 3     | 7          | РАЗДЕЛ 1<br>Проблемы электромагнитной совместимости и защиты от помех.  | Поиск и обзор статистических данных, а также научных публикаций, подготовка заключения по обзору.                                                                           | 2           |
| 4     | 7          | РАЗДЕЛ 2<br>Источники помех.                                            | Поиск и обзор статистических данных, а также научных публикаций, подготовка заключения по обзору.                                                                           | 2           |
| 5     | 7          | РАЗДЕЛ 2<br>Источники помех.                                            | Поиск и обзор статистических данных, а также научных публикаций, подготовка заключения по обзору.                                                                           | 1           |
| 6     | 7          | РАЗДЕЛ 3<br>Каналы распространения электромагнитных помех.              | Поиск и обзор статистических данных, а также научных публикаций, подготовка заключения по обзору.                                                                           | 3           |
| 7     | 7          | РАЗДЕЛ 3<br>Каналы распространения электромагнитных помех.              | Поиск и обзор статистических данных, а также научных публикаций, подготовка заключения по обзору.                                                                           | 3           |
| 8     | 7          | РАЗДЕЛ 4<br>Уровни и характеристики помех.                              | Поиск и обзор статистических данных, а также научных публикаций, подготовка заключения по обзору.                                                                           | 1           |
| 9     | 7          | РАЗДЕЛ 4<br>Уровни и характеристики помех.                              | Поиск и обзор статистических данных, а также научных публикаций, подготовка заключения по обзору.                                                                           | 2           |
| 10    | 7          | РАЗДЕЛ 5<br>Методы и средства ослабления уровня электромагнитных помех. | Поиск и обзор статистических данных, а также научных публикаций, подготовка заключения по обзору.                                                                           | 2           |
| 11    | 7          | РАЗДЕЛ 5<br>Методы и средства ослабления уровня электромагнитных помех. | Поиск и обзор статистических данных, а также научных публикаций, подготовка заключения по обзору.                                                                           | 2           |
| 12    | 7          | РАЗДЕЛ 5                                                                | Поиск и обзор статистических данных, а                                                                                                                                      | 4           |

|        |   |                                                                                                             |                                                                                                   |    |
|--------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|        |   | Методы и средства ослабления уровня электромагнитных помех.                                                 | также научных публикаций, подготовка заключения по обзору.                                        |    |
| 13     | 7 | РАЗДЕЛ 5<br>Методы и средства ослабления уровня электромагнитных помех.                                     | Поиск и обзор статистических данных, а также научных публикаций, подготовка заключения по обзору. | 1  |
| 14     | 7 | РАЗДЕЛ 5<br>Методы и средства ослабления уровня электромагнитных помех.                                     | Поиск и обзор статистических данных, а также научных публикаций, подготовка заключения по обзору. | 1  |
| 15     | 7 | РАЗДЕЛ 5<br>Методы и средства ослабления уровня электромагнитных помех.                                     | Поиск и обзор статистических данных, а также научных публикаций, подготовка заключения по обзору. | 1  |
| 16     | 7 | РАЗДЕЛ 6<br>Стандартизация и нормирование в области электромагнитной совместимости.                         | Поиск и обзор статистических данных, а также научных публикаций, подготовка заключения по обзору. | 4  |
| 17     | 7 | РАЗДЕЛ 6<br>Стандартизация и нормирование в области электромагнитной совместимости.                         | Поиск и обзор статистических данных, а также научных публикаций, подготовка заключения по обзору. | 4  |
| 18     | 7 | РАЗДЕЛ 7<br>Методы испытаний, сертификации и измерений при решении вопросов электромагнитной совместимости. | Поиск и обзор статистических данных, а также научных публикаций, подготовка заключения по обзору. | 3  |
| 19     | 7 | РАЗДЕЛ 7<br>Методы испытаний, сертификации и измерений при решении вопросов электромагнитной совместимости. | Поиск и обзор статистических данных, а также научных публикаций, подготовка заключения по обзору. | 4  |
| ВСЕГО: |   |                                                                                                             |                                                                                                   | 63 |

## **7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **7.1. Основная литература**

| № п/п | Наименование                                 | Автор (ы)                 | Год и место издания<br>Место доступа | Используется при изучении разделов, номера страниц |
|-------|----------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 1     | Электромагнитная совместимость.              | Бадёр М.П.                | 2002                                 | Все разделы                                        |
| 2     | Электромагнитная совместимость в энергетике. | Вагин Г.Я., Лоскутов А.Б. | 2010                                 | Все разделы                                        |

### **7.2. Дополнительная литература**

| № п/п | Наименование                                                          | Автор (ы)                                          | Год и место издания<br>Место доступа | Используется при изучении разделов, номера страниц |
|-------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 3     | Электронная техника и преобразователи: Учеб. для вузов ж.-д. трансп.  | А.Т.Бурков                                         | 2001                                 | Все разделы                                        |
| 4     | Двенадцатипульсовые полупроводниковые выпрямители тяговых подстанций. | Б.С.Барковский, Г.С. Магай, Под ред. М.Г. Шалимова | 1990                                 | Все разделы                                        |
| 5     | Расчеты электромагнитных полей.                                       | С.М. Аполлонский, А.Н.Горский                      | 2006                                 | Все разделы                                        |

## **8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1. <http://library.miit.ru/> - электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки МИИТ.
2. <http://rzd.ru/> - сайт ОАО «РЖД».
3. <http://elibrary.ru/> - научно-электронная библиотека.
4. Поисковые системы: Yandex, Google, Mail.

## **9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Для проведения лекционных и практических занятий необходима специализированная лекционная аудитория с мультимедиа аппаратурой и интерактивной доской, компьютеры с лицензионным программным обеспечением для выполнения расчетной части курсового проекта.

## **10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Специализированная лаборатория “Электромагнитная совместимость” с наличием стендов по наименованию лабораторных работ.

Для проведения аудиторных занятий и самостоятельной работы требуется:

1. Рабочее место преподавателя с персональным компьютером, подключённым к сетям INTERNET и INTRANET.

2. Специализированная лекционная аудитория с мультимедиа аппаратурой и интерактивной доской.
3. Компьютерный класс с кондиционером. Рабочие места студентов в компьютерном классе, подключённые к сетям INTERNET и INTRANET
4. Для проведения практических занятий: компьютерный класс; кондиционер; компьютеры с минимальными требованиями – Pentium 4, ОЗУ 4 ГБ, HDD 100 ГБ, USB 2.0, мониторы 21” и более.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Обучающимся необходимо помнить, что качество полученного образования в немалой степени зависит от активной роли самого обучающегося в учебном процессе.

Обучающийся должен быть нацелен на максимальное усвоение подаваемого лектором материала. После лекции и во время специально организуемых индивидуальных встреч он имеет право задать лектору интересующие его вопросы.

Лекционные занятия составляют основу теоретического обучения и должны давать систематизированные основы знаний по дисциплине, раскрывать состояние и перспективы развития соответствующей области науки, концентрировать внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулировать их активную познавательную деятельность и способствовать формированию творческого мышления. Главная задача лекционного курса – сформировать у обучающихся системное представление об изучаемом предмете, обеспечить усвоение будущими специалистами основополагающего учебного материала, принципов и закономерностей развития соответствующей научно-практической области, а также методов применения полученных знаний, умений и навыков.

Основные функции лекций:

познавательно-обучающая;  
развивающая;  
ориентирующе-направляющая;  
активизирующая;  
воспитательная;  
организующая;  
информационная.

Выполнение практических заданий служит важным связующим звеном между теоретическим освоением данной дисциплины и применением ее положений на практике.

Они способствуют развитию самостоятельности обучающихся, более активному освоению учебного материала, являются важной предпосылкой формирования профессиональных качеств будущих специалистов.

Проведение практических занятий не сводится только к органическому дополнению лекционных курсов и самостоятельной работы обучающихся. Их вместе с тем следует рассматривать как важное средство проверки усвоения обучающимися тех или иных положений, даваемых на лекции, а также рекомендуемой для изучения литературы; как форма текущего контроля за отношением обучающихся к учебе, за уровнем их знаний, а следовательно, и как один из важных каналов для своевременного подтягивания отстающих обучающихся.

При подготовке специалиста важны не только серьезная теоретическая подготовка, знание основ надежности подвижного состава, но и умение ориентироваться в разнообразных практических ситуациях, ежедневно возникающих в его деятельности. Этому способствует форма обучения в виде практических занятий. Задачи практических занятий: закрепление и углубление знаний, полученных на лекциях и приобретенных в процессе самостоятельной работы с учебной литературой, формирование у обучающихся умений и навыков работы с исходными данными, научной литературой и специальными

документами. Практическому занятию должно предшествовать ознакомление с лекцией на соответствующую тему и литературой, указанной в плане этих занятий.

Самостоятельная работа может быть успешной при определенных условиях, которые необходимо организовать. Ее правильная организация, включающая технологии отбора целей, содержания, конструирования заданий и организацию контроля, систематичность самостоятельных учебных занятий, целесообразное планирование рабочего времени позволяет привить студентам умения и навыки в овладении, изучении, усвоении и систематизации приобретаемых знаний в процессе обучения, привить навыки повышения профессионального уровня в течение всей трудовой деятельности.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтра. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения учебной дисциплины, рассмотрены через соответствующие знания, умения и владения. Для проверки уровня освоения дисциплины предлагаются вопросы к экзамену и тестовые материалы, где каждый вариант содержит задания, разработанные в рамках основных тем учебной дисциплины и включающие терминологические задания.

Фонд оценочных средств является составной частью учебно-методического обеспечения процедуры оценки качества освоения образовательной программы и обеспечивает повышение качества образовательного процесса и входит, как приложение, в состав рабочей программы дисциплины.

Основные методические указания для обучающихся по дисциплине указаны в разделе основная и дополнительная литература.