

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ))



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
высшего образования - программы специалитета
по специальности
23.05.05 Системы обеспечения движения поездов,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Контактные сети и линии электропередач

Специальность: 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

Специализация: Электроснабжение железных дорог

Форма обучения: Очная

Рабочая программа 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: 3221
Подписал: заведующий кафедрой Шевлюгин Максим
Валерьевич
Дата: 01.06.2024

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Главная цель освоения учебной дисциплины «Контактные сети и линии электропередач» состоит в достижении глубокого понимания студентами процессов взаимодействия всех элементов системы и методов их количественной оценки, необходимых для обеспечения высокой надежности работы в любых условиях.

Задачи, решаемые в процессе изучения дисциплины, сводятся к изучению конструкций контактных сетей и линий электропередачи, освоению методов их расчётов, к получению общих представлений об изготовлении, монтаже и эксплуатации контактных сетей и линий электропередачи.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

ПК-1 - Способен организовывать и выполнять работы по монтажу, эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и модернизации объектов системы электроснабжения железных дорог на основе знаний об особенностях функционирования её основных элементов и устройств, а так же правил технического обслуживания и электробезопасности;

ПК-3 - Способен проводить разработку и экспертизу проектов систем электроснабжения железных дорог и метрополитенов, их отдельных элементов и технологических процессов, в том числе, с использованием систем автоматизированного проектирования?.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

Знать:

- принципы устройства и принципы действия различных систем контактных сетей, токоприёмников и линий электропередачи, применяемых, прежде всего, на электрифицированных железных дорогах и метрополитенах России;

- основные свойства и характеристики применяемых материалов и оборудования;

- условия при которых контактные сети и линии электропередачи способны обеспечить надежный токосъём и электроснабжение нетяговых потребителей.

Уметь:

- рассчитывать основные элементы контактных сетей и линий электропередачи на прочность, устойчивость и нагрев в любых климатических условиях и воздействиях электроподвижного состава при различных графиках движения поездов;

- выполнять проекты контактной сети для заданного участка железной дороги и заданных условий.

Владеть:

- методами расчета на прочность и устойчивость элементов контактных сетей и линий электропередачи;

- способами организации технического обслуживания и ремонта устройств контактной сети и линий электропередачи;

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 9 з.е. (324 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов		
	Всего	Семестр	
		№5	№6
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	144	80	64
В том числе:			
Занятия лекционного типа	64	32	32
Занятия семинарского типа	80	48	32

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 180 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или)

лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

4. Содержание дисциплины (модуля).

4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	<p>Общие сведения и термины.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Тяговая сеть. - История развития контактной сети и воздушных линий. - Назначение контактной сети. - Требования к контактной сети при тяжеловесных поездах. - Контактные сети ВСМ
2	<p>Конструкция контактной сети.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Детали и узлы контактной сети. - Опорные и поддерживающие конструкции. - Фиксирующие устройства.
3	<p>Провода контактной сети.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Провода и тросы. - Соединения проводов контактной сети. - Материалы и марки проводов, применяемые в контактной сети.
4	<p>Условия работы контактной сети</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ветровые воздействия. - Гололедные отложения. - Грозовые воздействия. - Агрессивные воздействия окружающей среды.
5	<p>Контактные подвески.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Простые контактные подвески. Основные параметры, влияющие на качество токосяема. <p>Классификация простой подвески по способу закрепления контактного проводана анкерных опорах:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Цепные контактные подвески. Фиксаторы и условия их работы. Устройство неизолирующих сопряжений анкерных участков. Конструкция крепления проводов к анкерным опорам.
6	<p>Нагрузки, действующие на провода контактных сетей и линий электропередач.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Классификация и виды нагрузок. Вертикальные, горизонтальные и результирующие нагрузки. <p>Постоянные, кратковременные и особые нагрузки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Виды нагрузок. Нагрузка от силы тяжести проводов. Гололедная нагрузка. Ветровая нагрузка. - Результирующая нагрузка.
7	<p>Расчёт свободно подвешенного провода</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Основные уравнения, используемые при расчётах. Уравнение кривой провисания провода, уравнения провисания и состояния провода; - Выбор исходного режима. определение длины критического пролета и вычисление длины расчетного пролета при различных способах закрепления точек подвеса;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- Составление монтажных таблиц. Последовательность расчета свободно подвешенного провода и построение монтажных кривых.
8	Ветровые отклонения проводов и определение допустимых длин пролётов. Рассматриваемые вопросы: - Алгоритм определения допустимых длин пролетов. Определение допустимых длин пролётов для простых контактных подвесок и линий электропередач; - Влияние несущего троса на отклонение контактного провода при воздействии ветровой нагрузки на провода подвески. Учет наличия подвесных изоляторов. Определение допустимых длин пролётов и отклонений проводов для цепных контактных подвесок.
9	Питание, секционирование и сопряжение контактных подвесок. Рассматриваемые вопросы: - Виды секционирования контактной сети. Условные графические обозначения. Продольное и поперечное секционирование - Схемы питания и секционирования. Изолирующие сопряжения анкерных участков постоянного и переменного тока. Рекомендуемые схемы питания и секционирования станций и перегонов постоянного и переменного тока.
10	Изоляции контактной сети Рассматриваемые вопросы: - Уровень изоляции контактной сети постоянного и переменного тока. - Изоляторы и изолирующие вставки контактной сети.
11	Разработка плана контактной сети. Рассматриваемые вопросы: - План контактной сети на станции. Расстановка опор в горловинах и средней части. Трассировка анкерных участков. Основные опорные конструкции. - План контактной сети на перегоне. Предварительная разбивка перегона на анкерные участки. Расстановка опор и трассировка анкерных участков. Основные опорные конструкции.
12	Расчёт контактных подвесок. Рассматриваемые вопросы: - Нагрузка несущего троса в полупомпенсированной цепной подвеске. Влияние стрелы провеса и натяжения контактного провода на нагрузку несущего троса; - Расчёт полукompенсированной цепной подвески. Уравнения равновесия и состояния для цепной подвески с рессорным тосом. Выбор температуры беспровесного положения контактного провода. Последовательность расчета подвески. - Расчёт компенсированной цепной подвески. Выбор стрелы провеса контактного провода. Уравнение равновесия для различных моделей контактной подвески при отсутствии и наличии гололеда.
13	Подбор типовых железобетонных опор. Рассматриваемые вопросы: - Составление расчётных схем. Основной принцип подбора опор. Расчетные схемы для подбора промежуточных опор на линиях постоянного и переменного тока; - Вычисление суммарного изгибающего момента. Определение вертикальных и горизонтальных нагрузок, действующих на опору. Составление уравнения суммарного изгибающего момента. Выбор опор.
14	Введение в токосъём. Рассматриваемые вопросы: - Изменение контактного нажатия в процессе токосъёма. Критерии качества токосъёма. Контактное нажатие и его связь характеристиками токоприемников и контактных подвесок. - Распределение жесткости цепной контактной подвески вдоль пролёта. Статический подъем контактного провода для различных моделей контактных подвесок. Динамические модели системы контактная подвеска-токоприемник. Способы улучшения токосъёма.
15	Износ контактных проводов

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	Рассматриваемые вопросы: - Изнашивание контактных проводов. - Износ контактирующих элементов. - Общий и местный износ контактных проводов
16	Особенности выполнения контактных подвесок в сложных условиях эксплуатации/ Рассматриваемые вопросы: - Выбор способа прохода контактной подвески под искусственным сооружением/ - Контактные подвески для высокоскоростного движения.

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Нагрузка несущего троса в полукомпенсированной цепной подвеске. Вопросы к теме: 1. Исследование влияние стрелы провеса контактного провода на нагрузку несущего троса. 2. Исследование влияние натяжения контактного провода на нагрузку несущего троса.
2	Влияние различных факторов на работу контактной сети. Вопросы к теме: - Исследование влияния способа подвешивания контактного провода к несущему тросу на изменение стрел провеса контактного провода при колебаниях температуры; - Исследование влияния взаимного расположения несущего троса и контактного провода на ветровые отклонения контактного провода при различных контактных подвесках; - Исследование влияния системы контактной подвески на траекторию токоприёмника .
3	Составление плана контактной сети на станции. Вопросы к теме: 1. Расстановка опор в горловинах. 2. Расстановка опор в средней части станции. 3. Трассировка анкерных участков.
4	Составление план контактной сети на перегоне Вопросы к теме: 1. Предварительная разбивка перегона на анкерные участки. 2. Расстановка опор. 3. Трассировка анкерных участков.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Расчет нагрузок, действующих на провода контактных сетей и линий электропередач Вопросы к теме: 1. Нагрузка от силы тяжести провода. 2. Гололёдная нагрузка. 3. Статическая и динамическая составляющая ветровой нагрузки. 4. Результирующая нагрузка на провода контактной подвески и воздушной линии электропередачи
2	Основные уравнения, используемые при расчётах свободно подвешенного провода. Вопросы к теме: 1. Уравнение кривой провисания провода. 2. Уравнение равновесия провода.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	3. Уравнение состояния провода.
3	<p>Выбор исходного режима при расчете контактных проводов.</p> <p>Вопросы к теме:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Определение длины критического пролёта. 2. Вычисление длины расчётного пролёта. 3. Исходный режим для решения уравнения состояния.
4	<p>Составление монтажных таблиц.</p> <p>Вопросы к теме:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Расчёт свободно подвешенного провода. 2. Построение монтажных кривых. 3. Составление монтажных таблиц. 4. Расчёт натяжения провода в режимах дополнительных нагрузок.
5	<p>Определение допустимых длин пролётов для простой контактной подвески.</p> <p>Вопросы к теме:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Определение допустимой длины пролёта для прямого участка пути. 2. Определение допустимой длины пролёта для кривой.
6	<p>Ветровые отклонения проводов и определение допустимых длин пролётов для цепной подвески.</p> <p>Вопросы к теме:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Влияние несущего троса на отклонение контактного провода при воздействии ветровой нагрузки на провода подвески. 2. Учёт наличия подвесных изоляторов. 3. Расчёт допустимых длин пролётов для прямых участков пути. 4. Расчёт допустимых длин пролётов для кривых.
7	<p>Расчёт полукомпенсированной цепной контактной подвески.</p> <p>Вопросы к теме:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Уравнения равновесия для расчёта стрел провеса несущего троса и контактного провода. 2. Уравнение состояния для цепной подвески с рессорным тросом. 3. Построение монтажных кривых. 4. Выбор температуры беспровесного положения контактного провода. 5. Натяжение несущего троса при беспровесном положении контактного провода. 6. Натяжение несущего троса в режимах дополнительных нагрузок.
8	<p>Расчёт компенсированной цепной контактной подвески.</p> <p>Вопросы к теме:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Выбор стрелы провеса контактного провода. 2. Уравнения равновесия для различных моделей контактной подвески.
9	<p>Подбор типовых железобетонных опор</p> <p>Вопросы к теме:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Расчётные схемы для подбора промежуточных опор на линиях постоянного тока. 2. Расчётные схемы для подбора промежуточных опор на линиях переменного тока.
10	<p>Виды секционирования контактной сети.</p> <p>Вопросы к теме:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Продольное секционирование контактной сети. 2. Поперечное секционирование контактной сети.
11	<p>Схемы питания и секционирования. Изолирующие сопряжения.</p> <p>Вопросы к теме:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Рекомендуемые схемы питания и секционирования станций и перегонов постоянного и переменного тока. 2. Изолирующие сопряжения анкерных участков ж.д. постоянного и переменного тока.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
12	Исследование аэродинамических характеристик устройств контактной сети. Вопросы к теме: 1. Исследование аэродинамических характеристик проводов контактных подвесок; 2. Исследование аэродинамических характеристик устройств компенсации
13	Конструктивные параметры и расчет проводов и контактных подвесок. Вопросы к теме: - Ветровые отклонения. - Колебания и автоколебания проводов. - Вибрации проводов.
14	Динамика взаимодействия токоприемника с контактной подвеской. Вопросы к теме: 1. Основные параметры взаимодействующих устройств. 2. Влияние параметров и конструктивного выполнения контактной подвески и токоприемников на качество токосъема. 3. Взаимодействие токоприемников с контактной сетью на воздушных стрелках.
15	Особенности токосъема Вопросы к теме: 1. Влияние конструкции фиксаторного узла на качество токосъема. 2. Особенности токосъема в тяжелых метеоусловиях . 3. Съем тока мощным электроподвижным составом. 4. Особенности токосъема при высокоскоростном движении.
16	Износ проводов. Вопросы к теме: 1. Анализ износа контактного провода. 2. Виды и причины износа. 3. Требования к контактным материалам.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	подготовка к практическим занятиям
2	подготовка к лабораторным работам
3	работа с лекционным материалом и литературой
4	Выполнение курсового проекта.
5	Подготовка к промежуточной аттестации.
6	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем курсовых проектов

1. Проект контактной сети железных дорог переменного тока для станции и перегона с использованием подвески типа ПБСМ-70 + МФ-100.

2. Проект контактной сети железных дорог переменного тока для станции и перегона с использованием подвески типа ПБСМ-95 + МФ-100.

3. Проект контактной сети железных дорог переменного тока для станции и перегона с использованием подвески типа М-95 + МФ-100.

4. Проект контактной сети железных дорог переменного тока для станции и перегона с использованием подвески типа М-120 + МФ-100.

5. Проект контактной сети железных дорог постоянного тока для станции и перегона с использованием подвески типа М-120 + 2МФ-100.

6. Проект контактной сети железных дорог постоянного тока для станции и перегона с использованием подвески типа М-95 + 2МФ-100.

7. Проект контактной сети железных дорог постоянного тока для станции и перегона с использованием подвески типа М-120 + МФ-150.

8. Проект контактной сети железных дорог постоянного тока для станции и перегона с использованием подвески типа ПБСМ-95 + 2МФ-100.

9. Проект контактной сети железных дорог постоянного тока для станции и перегона с использованием подвески типа М-120 + 2БрФ-120.

10. Проект контактной сети железных дорог постоянного тока для станции и перегона с использованием подвески типа Бр-120 + 2БрФ-120.

11. Проект контактной сети железных дорог постоянного тока для станции и перегона с использованием подвески типа Бр-120 + БрФ-120.

12. Проект контактной сети железных дорог постоянного тока для станции и перегона с использованием подвески типа М-120 + БрФ-120.

?

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Контактные сети и линии электропередач: учеб. пособие для студ. спец. Системы обеспечения движения поездов / Д. Ф. Железнов, Д. В. Смирнов; МИИТ. Каф. Электроэнергетика транспорта. - М.: МГУПС(МИИТ), 2016. - 151 с	http://library.miit.ru/miitpublishing/17-306.pdf (дата обращения: 13.03.2024)
2	Контактные сети и линии электропередач: учеб. пособие для студ. спец. Электроснабжение ж.д.. Ч.1 / Д.Ф. Железнов, Д.В. Смирнов; МИИТ. Каф. Энергоснабжение электрических железных дорог. М.: МИИТ, 2010. - 114 с.	http://library.miit.ru/miitpublishing/10-2276.pdf (дата обращения: 13.03.2024)
3	Контактные сети и линии электропередач: учеб. пособие для студ. спец. Системы обеспечения движения поездов. Ч.2 / Д. Ф. Железнов, Д. В. Смирнов; МИИТ. Каф.	http://library.miit.ru/bookscatalog/metod/DC-590.pdf (дата обращения: 13.03.2024)

	Электроэнергетика транспорта.М.: РУТ(МИИТ), 2018. - 139 с.	
4	Контактные сети и линии электропередач: учебно-метод. пособие по выполнению курс. проекта для студ. спец. Системы обеспечения движения поездов / Д. Ф. Железнов, Д. В. Смирнов; МИИТ. Каф. Электроэнергетика транспорта. - М.: РУТ(МИИТ), 2018. - 44 с.	http://library.miit.ru/bookscatalog/metod/DC-595.pdf (дата обращения: 13.03.2024)
5	Задачи по дисциплине Контактная сеть и линии электропередач: учебное пособие для студ., обуч. по программе специалиста 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов специализации Электроснабжение железных дорог / А. М. Лукьянов, Д. В. Смирнов; МИИТ. Каф. Строительная механика, МИИТ. Каф. Электроэнергетика транспорта. - М.: МГУПС(МИИТ), 2016. - 56 с	http://library.miit.ru/miitpublishing/16-1298.pdf (дата обращения: 13.03.2024)

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

1. <http://scbist.com> - СЦБИСТ Железнодорожный информационный портал: Фотоматериалы, новая техника, информационные материалы, вопросы и ответы;

2. Информационный портал Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (www.elibrary.ru);

3. Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>);

4. Российская Государственная Библиотека (<http://www.rsl.ru>).

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Microsoft Office

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Маркерная доска или проектор.

Оборудование для проведения лабораторных работ:

Опорный узел контактной сети КС-200 постоянного тока (М-120+2МФ-

100) с рессорным тросом (М-35),

Воздушная стрелка контактных подвесок,

Анкеровка компенсированной цепной подвески с блочно-полиспастным компенсатором,

Консоль изолированная типа КИС,

Фиксаторы прямые и обратные (ФИП и ФИО),

Компенсатор барабанного типа,

Разрядники постоянного и переменного тока,

Изоляторы керамические и полимерные, Секционные изоляторы постоянного и переменного тока.

Секционные разъединители постоянного и переменного тока,

Арматура контактной сети,

Устройство средней анкеровки,

Искровые промежутки и диодные заземлители,

Ограничители перенапряжений.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 5 семестре.

Курсовой проект в 6 семестре.

Экзамен в 6 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

В.А. Фокина

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЭЭТ

М.В. Шевлюгин

Председатель учебно-методической
комиссии

С.В. Володин