

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

УТВЕРЖДАЮ:

Директор РОАТ



В.И. Апатцев

29 мая 2018 г.



Кафедра «Тяговый подвижной состав»

Авторы Баташов Сергей Иванович, к.т.н., доцент  
Назаров Николай Степанович, к.т.н., доцент

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Теория тяги поездов**

Специальность:	<u>23.05.03 – Подвижной состав железных дорог</u>
Специализация:	<u>Локомотивы</u>
Квалификация выпускника:	<u>Инженер путей сообщения</u>
Форма обучения:	<u>заочная</u>
Год начала подготовки	<u>2018</u>

<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании Учебно-методической комиссии института Протокол № 2 22 мая 2018 г. Председатель учебно-методической комиссии</p>  <p style="text-align: right;">С.Н. Климов</p>	<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании кафедры</p> <p style="text-align: center;">Протокол № 10 15 мая 2018 г. Заведующий кафедрой</p>  <p style="text-align: right;">А.С. Космодамианский</p>
---	---

Москва 2018 г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины Б1.Б.40 «Теория тяги поездов» является формирование у обучающихся компетенций в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования №1295 от 17.10.2016г. по направлению подготовки "23.05.03 Подвижной состав железных дорог".

В соответствии с требованиями ФГОС ВО основной целью изучения учебной дисциплины является формирование у обучающихся определенного состава компетенций, которые базируются на характеристиках будущей профессиональной деятельности.

Функционально-ориентированная целевая направленность рабочей учебной программы непосредственно связана с результатами, которые обучающиеся будут способны продемонстрировать по окончании изучения учебной дисциплины.

Целью освоения учебной дисциплины «Теория тяги поездов» является формирование у обучающихся в соответствии с выбранными видами деятельности "производственно-технологическая и организационно-управленческая" профессиональных компетенций и приобретение обучающимся знаний:

- об основных зависимостях между параметрами ЭПС и системами электроснабжения электрических железных дорог постоянного и однофазного тока в различных условиях эксплуатации, определяющие технико-экономическую эффективность использования электрической тяги;
- электромеханические, электротяговые и тяговые характеристики ЭПС различных видов постоянного и однофазного тока в режимах тяги и электрического торможения, а также влияние изменения этих параметров на показатели работы электрической железной дороги;
- условия наилучшего использования тяговых свойств ЭПС по сцеплению колес локомотива с рельсами, коммутации тяговых двигателей, а также по нагреву обмоток тяговых двигателей в различных условиях эксплуатации;
- методы определения расхода электроэнергии; специфику условий работы ЭПС при вождении тяжеловесных и длинносоставных поездов;
- методы оценки степени использования тяговых и тормозных свойств ЭПС;
- методы расчета тяговых расчетов различными методами, в том числе на ЭВМ;
- основные направления и перспективы развития ЭПС и систем электрической тяги.
- умений расчета и построения скоростных электротяговых и тяговых характеристик ЭПС различного назначения с учетом влияния изменения их параметров;
- выполнения тяговых расчетов, в том числе с использованием персональных компьютеров применительно к заданным условиям;
- разработкой мероприятий по наилучшему использованию тяговых свойств и мощности ЭПС применительно к заданным условиям эксплуатации.
- навыков разработки алгоритма выполнения тяговых расчетов, в том числе с использованием персональных компьютеров применительно к заданным условиям;
- практического применения математических пакетов Excel и Mathcad при решении поставленных задач; определения степени использования тяговых свойств, мощности ЭПС и экономичности его работы в различных условиях движения.

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

Учебная дисциплина "Теория тяги поездов" 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. Информатика:**

Знания: - основные формы представления информации и способы ее обработки в современных компьютерных системах, - структуру аппаратного и программного обеспечения современных персональных компьютеров,

Умения: работать на современных персональных компьютерах: - с операционной системой WINDOWS, - с офисным пакетом приложений (MS Word, MS Excel, MS Access, MS PowerPoint), - в современных локальных компьютерных сетях и глобальной компьютерной сети Internet

Навыки: практическими навыками работы на ПК с использованием современных информационных технологий

#### **2.1.2. Математика:**

Знания: основные понятия и методы математического анализа, аналитической геометрии и линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления

Умения: применять математические методы для решения практических задач

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

#### **2.1.3. Математическое моделирование:**

Знания: основы математического моделирования основные требования, предъявляемые к математическим моделям способы и средства получения, хранения и переработки информации

Умения: применять математические методы и вычислительную технику для решения практических задач обрабатывать и представлять результаты измерений формулировать технические задачи на математическом языке

Навыки: методами математического описания физических явлений и процессов, определяющих принципы работы различных технических устройств навыками построения типовых математических моделей для технических задач основными методами работы на ПЭВМ с прикладными программными средствами

#### **2.1.4. Подвижной состав железных дорог:**

Знания: методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования подвижного состава, методы автоматизации и механизации производственных и транспортных процессов

Умения: применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования подвижного состава, применять полученные знания для разработки и внедрения средств автоматизации и механизации

Навыки: вопросами экспериментального исследования подвижного состава, вопросами конструктивных особенностей ; оценки его технического уровня

#### **2.1.5. Физика:**

Знания: фундаментальные понятия, законы и теории классической и современной физики

Умения: применять математические методы и знание физических законов для решения конкретных технических задач; проводить измерения, обрабатывать и представлять результаты; выбирать способы, модели и законы для решения физических задач; контролировать, проверять, осуществлять самоконтроль до, в ходе и после выполнения работы; использовать вычислительную технику для обработки полученных результатов

Навыки: методами математического описания физических явлений и процессов, определяющих принципы работы различных технических устройств; отыскивать причины явлений, обозначать своё понимание или непонимание по отношению к изучаемой проблеме

#### **2.1.6. Электротехника и электроника:**

Знания: основные законы и методы расчета электрических цепей постоянного и переменного тока

Умения: определять параметры электрических цепей постоянного и переменного тока, применять математические методы, физические законы и вычислительную технику для решения практических задач

Навыки: методами физического описания физических явлений и процессов, определяющих признаки работы различных технических устройств

### **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:

№ п/п	Код и название компетенции	Ожидаемые результаты
1	ОПК-1 способностью применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	<p>Знать и понимать: методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p> <p>Уметь: применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p> <p>Владеть: способностью применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p>
2	ПК-2 способностью понимать устройства и взаимодействия узлов и деталей подвижного состава, владением техническими условиями и требованиями, предъявляемыми к подвижному составу при выпуске после ремонта, теорией движения поезда, методами реализации сил тяги и торможения, методами нормирования расхода энергоресурсов на тягу поездов, технологиями тяговых расчетов, методами обеспечения безопасности движения поездов при отказе тормозного и другого оборудования подвижного состава, методами расчета потребного количества тормозов, расчетной	<p>Знать и понимать: устройство и взаимодействие узлов и деталей подвижного состава, технические условия и требования, предъявляемые к подвижному составу при выпуске после ремонта, теорию движения поезда, методы реализации сил тяги и торможения, методы нормирования расхода энергоресурсов на тягу поездов, технологии тяговых расчетов, методы обеспечения безопасности движения поездов при отказе тормозного и другого оборудования подвижного состава, методы расчета потребного количества тормозов, расчетной силы нажатия, длины тормозного пути</p> <p>Уметь: проводить испытания подвижного состава и его узлов, осуществлять разбор и анализ состояния безопасности движения</p> <p>Владеть: способностью понимать устройства и взаимодействия узлов и деталей подвижного состава, техническими условиями и требованиями, предъявляемыми к подвижному составу при выпуске после ремонта, теорией движения поезда, методами реализации сил тяги и торможения, методами нормирования расхода энергоресурсов на тягу поездов, технологиями тяговых расчетов, методами обеспечения безопасности движения поездов при отказе тормозного и другого оборудования подвижного состава, методами расчета потребного количества тормозов, расчетной силы нажатия, длины тормозного пути</p>

#### 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 5
Контактная работа	21	21,35
Аудиторные занятия (всего):	21	21
В том числе:		
лекции (Л)	12	12
лабораторные работы (ЛР)(лабораторный практикум) (ЛП)	8	8
Контроль самостоятельной работы (КСР)	1	1
Самостоятельная работа (всего)	150	150
Экзамен (при наличии)	9	9
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, часы:	180	180
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, зач.ед.:	5.0	5.0
Текущий контроль успеваемости (количество и вид текущего контроля)	КП (1)	КП (1)
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	ЭК	ЭК

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

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	5	<p>Раздел 1 Раздел 1. Введение</p> <p>Задачи, поставленные перед железнодорожным транспортом. Объем перевозок, выполняемый на электрифицированных железных дорогах. Дальнейшее развитие протяженности электрифицированных железных дорог, материальной базы локо-мотивостроения и подготовки инженерных кадров. Актуальные проблемы электрической тяги и пути их решения.</p>					5	5	, Выполнение эл. теста КСР
2	5	<p>Раздел 2 Раздел 2. Законы движения поезда как материальной точки</p> <p>Уравнение движения поезда его вывод и анализ. Режимы движения. Особенности движения большегрузных и длинносоставных поездов. Продольная динамика на горизонтальных участках пути и переломах профиля. Движение в кривых. Управление движением длинносоставных поездов. Требования безопасности движения. Техно-экономическая эффективность эксплуатации большегрузных и длинносоставных</p>	1/0				10	11/0	, Выполнение эл. теста КСР

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		поездов.							
3	5	<p>Раздел 3</p> <p>Раздел 3. Сила тяги, ее образование и расчет</p> <p>Реализация силы тяги. Факторы, ограничивающие силу тяги. Сила сцепления колес локомотива с рельсами. Учет упругости материала бандажа и рельса. Влияние конструкции механической части ЭПС на силу сцепления. Влияние электрической части ЭПС на использование силы сцепления. Метеорологические условия и физико-механические свойства материала бандажа и рельса как факторы, во многом определяющие силу сцепления. Коэффициент сцепления. Методика экспериментального определения коэффициента сцепления. Законы распределения значений коэффициента сцепления. Оценка влияния режимов трогания поезда, колебаний подвижного состава, типа тягового привода, пульсаций вращающего момента тягового двигателя на зоны распределения значений коэффициента сцепления. Расчетные формулы значений коэффициента сцепления.</p>	2/0				20	22/0	, Выполнение эл. теста КСР, выполнение и защита курсового проекта
4	5	Раздел 4	1/0				10	11/0	,



№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		<p>Раздел 4. Силы сопротивления движению поезда</p> <p>Силы основного сопротивления движению. Их определение и расчет.</p> <p>Силы дополнительного сопротивления движению при движении поезда на подъеме и в кривых участках пути. Силы полного сопротивления движению. Учет сил сопротивления движению при трогании поезда с места, работе при низких температурах и в тоннелях.</p> <p>Мероприятия по снижению сил сопротивления движению.</p>							Выполнение эл. теста КСР, выполнение и защита курсового проекта
5	5	<p>Раздел 5</p> <p>Раздел 5. Характеристики режима тяги ЭПС постоянного и однофазно-постоянного тока</p> <p>Анализ характеристик ЭПС при различных системах тяги и возбуждения тяговых двигателей. Влияние изменения параметров колесно-моторного блока и условий питания тяговых двигателей на характеристики ЭПС. Процесс перехода на другое напряжение. Изменение характеристик ЭПС при регулировании МДС тяговых двигателей. Эффективность</p>	2/0	2/2			20	24/2	, Выполнение эл. теста КСР, выполнение и защита лабораторной работы

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		дискретного и непрерывного регулирования силы тяги ЭПС. Влияние характеристик полупроводниковых преобразователей ЭПС однофазно-постоянного тока на тяговые свойства и характеристики режима тяги. Анализ механической и электрической устойчивости. Методы компенсации расхождения характеристик тяговых двигателей в условиях эксплуатации							
6	5	Раздел 6 Раздел 6. Системы ЭПС с бесколлекторными тяговыми двигателями  Технико-экономические преимущества применения бесколлекторных тяговых двигателей. Специфика систем полупроводниковых преобразователей и условия их работы. Характеристики ЭПС с вентильными и асинхронными тяговыми двигателями. Регулирование режимов работы тяговых двигателей. Условия стабильности характеристик. Энергетические показатели систем ЭПС с бесколлекторными тяговыми двигателями.	1/0				20	21/0	, Выполнение эл. теста КСР
7	5	Раздел 7	2/0	4/4			20	26/4	,

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		<p>Раздел 7. Характеристики режимов при механическом и электрическом торможении</p> <p>Механическое торможение поезда. Расчет тормозных сил. Требования к системам электрического торможения. Анализ механической устойчивости систем торможения. Электрическая устойчивость системы электрического торможения. Ограничение режимов электрического торможения. Эффективность использования реостатного и рекуперативного торможения на дорогах постоянного и однофазно-постоянного тока.</p>							Выполнение эл. теста КСР, выполнение и защита лабораторной работы, выполнение и защита курсового проекта
8	5	<p>Раздел 8 Раздел 8. Цели и методы тяговых расчетов</p> <p>Характеристика методов интегрирования уравнения движения поезда: аналитического, графического, графоаналитического, численного на ЭВМ. Алгоритм расчета. Спряжение и приведение профиля пути. Характеристика методов численного интегрирования уравнения движения поезда. Методика проведения тягового</p>	2/0				20	22/0	, Выполнение эл. теста КСР, выполнение и защита курсового проекта

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		расчета с учетом длины поезда. Продольные динамические силы в поезде: природа образования, методы определения, способы ограничения. Выбор наиболее выгодного режима движения.							
9	5	<p>Раздел 9 Раздел 9. Определение массы поезда. Характеристика грузового и пассажирского движения</p> <p>Характеристики ЭПС и вагонного парка. Ограничения режимов движения. Расчетный подъем, спуски вредные и безвредные. Определение массы грузового поезда по условию полного использования силы сцепления колес электровоза с рельсами при движении по расчетному подъему с постоянной скоростью. Проверка найденного веса поезда по условию трогания на горизонтальном участке пути. Определение длины состава. Проверка возможности размещения его на станционных площадках стандартной длины. Принципы формирования большегрузных и длиннооставных поездов. Мероприятия по организации</p>		2/2			10	12/2	, Выполнение эл. теста КСР, выполнение и защита лабораторной работы, выполнение и защита курсового проекта

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		движения большегрузных и длинносоставных поездов. Назначение веса (длины) пассажирских поездов.							
10	5	Раздел 10 Раздел 10. Ограничение мощности ЭПС по условию нагревания его электрооборудования  Тепловые характеристики электрооборудования. Проверка нагревания электрооборудования в условиях эксплуатации. Специфика неавтономной тяги — влияние качества напряжения в контактной сети на работу оборудования ЭПС и использование его мощности. Активная и реактивная составляющие энергии, потребляемой ЭПС. Пути повышения качества энергии.	1/0				15	16/0	, Выполнение эл. теста КСР, выполнение и защита курсового проекта
11	5	Раздел 12 Допуск к экзамену				1/0		1/0	, защита курсового проекта
12	5	Экзамен						9/0	ЭК
13	5	Раздел 16 Курсовой проект						0/0	КП
14		Раздел 11 Допуск к экзамену							, Защита ЛР
15		Раздел 13 Допуск к экзамену							, Эл.тест КСР
16		Экзамен							, Экз
17		Всего:	12/0	8/8		1/0	150	180/8	



#### 4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

Лабораторные работы предусмотрены в объеме 8 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	5	Раздел 5. Характеристики режима тяги ЭПС постоянного и однофазно-постоянного тока	Метод проектов/Компьютерное моделирование и практический анализ результатов «Исследование скоростных характеристик тяговых двигателей» Стенд "Исследование скоростных характеристик тяговых двигателей"	2 / 2
2	5	Раздел 7. Характеристики режимов при механическом и электрическом торможении	Метод проектов/Компьютерное моделирование и практический анализ результатов «Исследование реостатного пуска ЭПС» Стенд "Исследование реостатного пуска ЭПС"	2 / 2
3	5	Раздел 7. Характеристики режимов при механическом и электрическом торможении	Метод проектов/Компьютерное моделирование и практический анализ результатов «Исследование системы реостатного торможения» Стенд "Исследование системы реостатного торможения"	2 / 2
4	5	Раздел 9. Определение массы поезда. Характеристика грузового и пассажирского движения	Метод проектов/Компьютерное моделирование и практический анализ результатов «Определение расхода электроэнергии на движение поезда» Стенд "Определение расхода электроэнергии на движение поезда"	2 / 2
ВСЕГО:				8 / 8

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

Курсовой проект по дисциплине «Теория тяги поездов» - это комплексная самостоятельная работа обучающегося. Темой курсового проекта является выполнение в полном объеме тягового расчета для заданного профиля электрифицированного участка, серии ЭПС и его характеристик.

Задания и исходные данные размещены в ФОС по дисциплине (Приложение 1).

Исходные данные

1. Вариант задания студент выбирает из табл.1 по двум последним цифрам учебного шифра и из табл.2 - по третьей от конца цифре шифра. В табл.1 две последние цифры шифра указаны в правой нижней части таблицы.

В табл.1 заданы:

по вертикали (в колонках 5 - 9):

-тип заданного электровоза переменного или постоянного тока;

-№ варианта уклонов приведенного профиля пути, по которому студент находит в табл.3 сами уклоны элементов;

- среднее потребление электроэнергии вспомогательными цепями электровоза (переменного или постоянного тока);

по горизонтали:

-№ варианта длин элементов профиля пути, по которому студент находит в табл.4 сами длины элементов;

-процентное соотношение вагонов разных типов (по массе).

В табл.2 приведены средняя масса груженых вагонов (брутто) и длины тормозных путей.

2.Скоростные  $v(I_d)$  и электротяговые  $F_{kd}(I_d)$  характеристики тяговых двигателей приведены на рис.1, 2, 3. Нужный график студент может вырезать из методических указаний и вклеить в пояснительную записку.

3.Тепловые характеристики тяговых двигателей приведены на рис.4, 5, 6. Их также можно вырезать из методических указаний и вклеить в пояснительную записку.

4.Максимальная скорость электровозов серии ВЛ  $v_{max} = 110$  км/ч, для остальных - 100 км/ч. В курсовом проекте  $v_{max}$  для всех электровозов можно принять равной 100 км/ч.

5.При расчетах коэффициентов трансформации тягового трансформатора напряжения холостого хода преобразователей установки электровозов переменного тока принимать: для электровоза ВЛ80с на 33-й позиции  $U_{вон} = 1100$  В, на 9-й позиции  $U_{во} = 319$  В; для электровоза ВЛ60к на 33-й позиции  $U_{вон} = 1855$  В, на 9-й позиции  $U_{во} = 493$  В; При расчетах активной составляющей потребляемого тока принимать:

а) эквивалентное сопротивление цепи преобразовательной установки, приведенной к одному двигателю:

для электровоза ВЛ80с на 33-й позиции  $R'_{\text{э}1} = 0,095$  Ом, на 9-й позиции  $R'_{\text{э}2} = 0,06$  Ом;

Таблица 1

Исходные данные по электровозам, составам и вариантам профиля пути

Тип заданного электровоза,

количество и тип тяговых

двигателей

Другие данные ВЛ11 1 секция 4 тяговых двигателя ТЛ-2К или ВЛ80С 1 секция 4 тяговых двигателя НБ-418К ВЛ10 8 тяговых двигателей ТЛ-2К или ВЛ80С 2 секции 8 тяговых двигателей НБ-418К ВЛ10У 8 тяговых двигателей ТЛ-2К или ВЛ60К 6 тя-говых двигателей НБ-412К ВЛ11 3 секции 12 тяговых двигателей ТЛ-2К или ВЛ80С 3 секции 12 тяговых двигателей НБ-418К 2ВЛ10 16 тяговых двигателей ТЛ-2К или 2ВЛ60К 12 тяговых двигателей НБ- 412К

0 4 5 6 7 8

Номер варианта для определения величин приведенных уклонов элементов профиля пути (см. табл. 3)

1 2 3 4 5

Масса, приходящаяся на одну колесную пару электровоза, т: Постоянного тока /Переменного тока

23 /24 23 /24 25 /23 23/ 24 23 /23

Среднее потребление электроэнергии вспомогательными цепями за 1 мин., кВт • ч/мин:

Электровоз постоянного тока Электровоз переменного тока

1,04/ 2,75 2,08/ 5,5 2,08 /3.33 3,12 /8,25 4,16 /6,66

Окончание табл. 1

Номер варианта для определения длины % вагонов в составе Последние две цифры учебного шифра студента

4-осные на 6-осные на 8-осные на

элементов профиля роликовых роликовых под- роликовых пути (см. табл. 4) подшипниках подшипниках подшипниках

0 1 2 3 4 5 6 7 8

1 80 10 10 01 02 03 04 05

2 55 10 35 06 07 08 09 10

3 80 5 15 11 12 13 14 15

4 85 5 10 16 17 18 19 20



5 60 20 20 21 22 23 24 25  
 6 70 15 15 26 27 28 29 30  
 7 55 10 35 31 32 33 34 35  
 8 65 10 25 36 37 38 39 40  
 9 75 15 10 41 42 43 44 45  
 0 70 20 10 46 47 48 49 50  
 0 60 15 25 51 52 53 54 55  
 9 75 10 15 56 57 58 59 60  
 8 90 5 5 61 62 63 64 65  
 7 85 5 10 66 67 68 69 70  
 6 60 10 30 71 72 73 74 75  
 5 75 5 20 76 77 78 79 80  
 4 85 10 5 81 82 83 84 85  
 3 80 10 10 86 87 88 89 90  
 2 70 10 20 91 92 93 94 95  
 1 75 5 20 96 97 98 99 00

#### Таблица 2

Варианты исходных данных

Наименование данных Вариант (третья цифра от конца шифра)

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Средняя масса вагона брутто, т: 4-осных с роликовыми подшипниками,

82 78 79 81 77 80 84 76 73 84

6-осных с роликовыми подшипниками,

120 126 114 112 117 115 108 110 116 123

8-осных с роликовыми подшипниками,

158 159 156 162 154 166 160 168 164 152

Длина тормозного пути, м

1200 950 1000 1050 1100 1150 1200 1150 1100 1050

#### Таблица 3

Данные о спрямленном и приведенном профиле пути

№ элементов Величина приведенного уклона элемента

приведенного профиля пути профиля пути (по варианту первой строки табл. 1, %)

1 2 3 4 5

Ст. А 1 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0

2 +3,4 +3,3 -4,2 -2,9 -5,0

3 -2,8 +6,8 +11,6 +7,8 +6,5

4 +4,8 +10,6 +3,0 +12,6 -3,5

5 -8,0 -7,4 +9,2 +4,2 + 15,4

6 + 8,7 -1,5 +4,8 -2,0 -3,2

Ст. Б 7 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0

8 +1,2 +4,6 +2,6 1,7 +3,6

9 +6,0 -2,0 +7,2 +6,3 +7,6

10 + 8,3 +2,5 +11,3 +2,3 + 14,8

И +3,6 +10,9 +3,7 +5,3 -2,3

12 0,0 +3,0 -2,0 -1,2 +0,9

13 -3,2 -1,4 +4,8 -7,6 -5,7

14 +4,3 +1,2 -9,6 + 13,0 +3,1

15 +6,6 +5,1 +1,0 +3,6 -7,8

16 -6,8 -3,3 -2,3 -9,3 +6,3

Ст. В 17 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0

Ограничение скорости, км/ч  
 50 50 40 50 40  
 На элементе профиля пути N  
 4 14 13 11 3

Таблица 4

Длины элементов профиля пути

№ элемен- Станция Длина элементов профиля пути по варианту колонки 1 (табл.1)  
 тов профиля пути

0 1 2 1 3 4 5 6 7 8 9

1 Станция А 1000 1200 1050 1100 1150 1250 1200 1000 1050 1300

2 1600 1000 1200 1650 1300 1700 1050 1800 1100 1050

3 1100 700 650 1200 650 950 750 1100 900 900

4 5900 5750 6050 5850 6250 6500 6100 6000 5200 5700

5 1450 1700 1150 1550 1650 1400 600 1200 1300 1500

6 950 1150 1400 1700 1400 1200 750 1300 1200 850

7 Станция Б 1500 1050 1400 1250 1500 1350 1200 1150 1100 1000

8 850 900 750 800 950 500 650 850 650 650

9 1500 1550 1600 1500 1650 1750 1600 1500 1800 1650

10 6150 6250 6050 5200 5300 5050 6450 5900 6100 5900

11 700 650 850 650 750 1150 800 850 1350 1050

12 1200 1050 1100 1200 1150 450 950 1150 800 900

13 1200 1250 1900 1100 1300 1300 1150 800 1050 1100

14 850 850 650 900 850 1100 1500 500 700 1550

15 1450 1200 950 1000 1150 1100 1250 1200 1800 1500

16 900 950 700 850 750 600 750 800 1050 650

17 Станция В 950 1100 1050 1400 1150 1000 1150 1100 1050 1150

Примечание. Ось станции А считать в начале первого элемента. Ось станции Б располагать посередине длины соответствующего элемента (№ 1). Ось станции В считать в конце элемента №17.

для электровоза ВЛ60к на 33-й позиции  $R'_{\text{э}1} = 0,4$  Ом, на 9-й позиции  $R'_{\text{э}2} = 0,23$  Ом;

б) общее активное сопротивление цепи преобразовательной установки, приведенной к одному двигателю:

для электровоза ВЛ80с на 33-й позиции  $R'_{\text{об}1} = 0,02$  Ом, на 9-й позиции  $R'_{\text{об}2} = 0,014$  Ом;

для электровоза ВЛ60к на 33-й позиции  $R'_{\text{об}1} = 0,09$  Ом, на 9-й позиции  $R'_{\text{об}2} = 0,06$  Ом;

Коэффициент эффективности переменного тока можно принять равным единице ( $k_{\text{эф}} = 1$ ).

б. Напряжение на токоприемнике принять 3 кВ в системе постоянного тока, 25 кВ - в системе переменного тока.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по данному направлению подготовки для реализации компетентного подхода и с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов в учебном процессе, для изучения дисциплины используются следующие виды образовательных технологий:

1. Лекционно-семинарская зачетная система: активные и интерактивные формы проведения занятий, проведение лекций, лабораторных занятий, защита курсового проекта, прием экзамена;
2. Система инновационной оценки «портфолио» - формирование персонифицированного учета достижений обучающегося;
3. Информационно-коммуникационные технологии: работа с базами данных, информационно-справочными и поисковыми системами.

Комплексное использование в учебном процессе всех вышеназванных технологий стимулируют личностную, интеллектуальную активность, развивают познавательные процессы, способствуют формированию компетенций, которыми должен обладать будущий выпускник.

## 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	5	Раздел 1. Введение	самостоятельное изучение и конспектирование отдельных тем учебной литературы, связанных с разделом; подготовка к текущему и промежуточному контролю [2] (стр. 9-12), [4] (стр. 1-6), [3] стр. 7-91, [5] (стр. 6-174	5
2	5	Раздел 2. Законы движения поезда как материальной точки	самостоятельное изучение и конспектирование отдельных тем учебной литературы, связанных с разделом; выполнение курсового проекта; подготовка к текущему и промежуточному контролю [2] (стр. 12-22), [5]- с.249-267, [8] (стр. 6-15), [11] стр.32-43, 70-80	10
3	5	Раздел 3. Сила тяги, ее образование и расчет	самостоятельное изучение и конспектирование отдельных тем учебной литературы, связанных с разделом; работа со справочной и специальной литературой; выполнение курсового проекта; подготовка к текущему и промежуточному контролю [2] (стр. 23-27), [8] (стр. 27-61), [9] (стр. 30-32), [5] (стр. 18-48), [11] стр. 57-68	20
4	5	Раздел 4. Силы сопротивления движению поезда	самостоятельное изучение и конспектирование отдельных тем учебной литературы, связанных с разделом; работа со справочной и специальной литературой; выполнение курсового проекта; подготовка к текущему и промежуточному контролю [1] (стр. 64-113), [2] (стр. 81-92), [6]- с.171-201, [8] (стр. 62-77), [9] (стр. 4-11), [5] (стр. 49-75	10
5	5	Раздел 5. Характеристики режима тяги ЭПС постоянного и однофазно-постоянного тока	самостоятельное изучение и конспектирование отдельных тем учебной литературы, связанных с разделом; работа со справочной и специальной литературой; выполнение курсового проекта; работа с базами данных; подготовка к текущему и промежуточному контролю [1] (стр. 114-138), [2] (стр. 99-149), [8] (стр. 95-142), [9] (стр. 92-223), [3] стр. 7-91, [5] (стр.166-195), 10, [11] стр. 425-441	20
6	5	Раздел 6. Системы ЭПС с бесколлекторными тяговыми двигателями	самостоятельное изучение и конспектирование отдельных тем учебной литературы, связанных с разделом; работа с базами данных, информационно-справочными и поисковыми системами; подготовка к текущему и промежуточному контролю [2] (стр. 92-99), [4] (стр. 21-36), [8] (стр. 175-189), [5] (стр.19 6-209), 10	20
7	5	Раздел 7.	самостоятельное изучение и	20

		Характеристики режимов при механическом и электрическом торможении	конспектирование отдельных тем учебной литературы, связанных с разделом; работа со справочной и специальной литературой; выполнение курсового проекта; работа с базами данных; подготовка к текущему и промежуточному контролю [1] (стр. 139-145), [2] (стр. 155-173), [8] (стр. 143-174), [9] (стр. 92-233), 10	
8	5	Раздел 8. Цели и методы тяговых расчетов	самостоятельное изучение и конспектирование отдельных тем учебной литературы, связанных с разделом; выполнение курсового проекта; подготовка к текущему и промежуточному контролю [1] (стр. 7-63, 158-276), [2] (стр. 175-203, 208-216), [3] (стр. 7-64, 198-288), [8] (стр. 208-221), [5] (стр. 268-303)	20
9	5	Раздел 9. Определение массы поезда. Характеристика грузового и пассажирского движения	самостоятельное изучение и конспектирование отдельных тем учебной литературы, связанных с разделом; выполнение курсового проекта; решение типовых задач; работа с базами данных; подготовка к текущему и промежуточному контролю [2] (стр. 199-203), [3] (стр. 64-139), [8] (стр. 253-275), [9] (стр.21-30, 44-46), [5] (стр. 304-319), 10	10
10	5	Раздел 10. Ограничение мощности ЭПС по условию нагревания его электрооборудования	самостоятельное изучение и конспектирование отдельных тем учебной литературы, связанных с разделом; работа со справочной и специальной литературой; выполнение курсового проекта; подготовка к текущему и промежуточному контролю [1] (стр. 146-157), [2] (стр. 203-208), [3] (стр. 139-146), [6]- с.360-379, [8] (стр. 222-235), [9] (стр. 46-49), [5] (стр. 351-365)	15
ВСЕГО:				150

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

### 7.1. Основная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
1	Решение тяговых задач с использованием средств вычислительной техники	Баташов С.И., Космодамианский А.С.	2015, Москва, МГУПС, Библиотека РОПАТ	Используется при изучении разделов, номера страниц [4] (стр. 64-113), [5] (стр. 114-138), [7] (стр. 139-145), [8] (стр. 7-63, 158-276), [10] (стр. 146-157)
2	Теория тяги поездов	Астахов А.А., Баташов С.И., Ибрагимов М.А.	2013, Брянск.: Дизайн-Принт, Библиотека РОАТ	Используется при изучении разделов, номера страниц [1] (стр. 9-12), [2] (стр. 12-22), [3] (стр. 23-27), [4] (стр. 81-92), [5] (стр. 99-149), [6] (стр. 92-99), [7] (стр. 155-173), [8] (стр. 175-203, 208-216), [9] (стр. 199-203), [10] (стр. 203-208)
3	Решение тяговых задач с использованием средств вычислительной техники	Баташов С.И., Космодамианский А.С.	2015, М, МИИТ, Библиотека РОАТ	Используется при изучении разделов, номера страниц [1] (стр. 1-6), [8] (стр. 7-64, 198-288), [9] (стр. 64-139), [10] (стр. 139-146)

### 7.2. Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
4	Электрические железные дороги	Под ред. Ю.Е. Просвинова и В.П.Феоктистова	2006, М.:ФГОУ, Библиотека МИИТ	Используется при изучении разделов, номера страниц [1] стр. 7-91, [6] (стр. 21-36),
5	Теория электрической тяги	Под ред. Осипова СИ.	2006, М.: Транспорт, Библиотека РОАТ	Используется при изучении разделов, номера страниц [1] (стр. 6-17), [2]- с.249-267, [3] (стр. 18-48), [4] (стр. 49-

				75), [5] (стр.166-195), [6] (стр.196-209), [8] (стр.268-303), [9] (стр.304-319), [10] (стр. 351-365)
6	Основы тяги поездов	Осипов СИ., Осипов С.С.	М.: УМК МПС России, 2000, Библиотека РОАТ	Используется при изучении разделов, номера страниц [4]-с.171-201, [10]-с.360-379
7	Рациональные режимы вождения поездов и испытания локомотивов	Под ред. СИ. Осипова.	М.: Транспорт, 1984, Библиотека РОАТ	Используется при изучении разделов, номера страниц 2, 5, 9
8	Теория электрической тяги	Под ред. И.П.Исаева	М, Транспорт, 1995, Библиотека РОАТ	Используется при изучении разделов, номера страниц [2] (стр. 6-15), [3] (стр. 27-61), [4] (стр. 62-77), [5] (стр. 95-142), [6] (стр. 175-189), [7] (стр. 143-174), [8] (стр. 208-221), [9] (стр. 253-275), [10] (стр. 222-235)
9	Правила тяговых расчетов для поездной работы	Гребенюк Т.П. и др.	М.: Транспорт, 1985, Библиотека РОАТ	Используется при изучении разделов, номера страниц [3] (стр. 30-32), [4] (стр. 4-11), [5] (стр. 92-223), [7] (стр. 92-233), [9] (стр.21-30, 44-46), [10] (стр. 46-49),
10	Ежемесячный специализированный журнал «Локомотив»		Библиотека РОАТ	Используется при изучении разделов, номера страниц 6,7,9
11	Справочник по физике для инженеров и студентов ВУЗов	Яворский Б.М., Детлаф А.А., Лебедев А.К.	М.: 2006 г.Библиотека РОАТ	Используется при изучении разделов, номера страниц [2] стр.32-43, 70-80, [3] стр. 57-68, [5] стр. 425-441

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

1. Официальный сайт РОАТ – <http://www.rgotups.ru/ru/>
2. Официальный сайт МИИТ – <http://miit.ru/>
3. Электронные расписания занятий – <http://appnn.rgotups.ru:8080/scripts/B23.exe/R01>

4. Система дистанционного обучения «Космос» – <http://stellus.rgotups.ru/>
5. Официальный сайт библиотеки РОАТ – <http://lib.rgotups.ru/>
6. Поисковые системы «Яндекс», «Google» для доступа к тематическим информационным ресурсам.
7. Электронно-библиотечная система РОАТ-<http://lib.rgotups.ru>
8. Электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки МИИТ-  
<http://library.miit.ru/>
9. Электронные сервисы АСУ Университет (АСПК РОАТ) - – <http://appnn.rgotups.ru: 8080/>
10. Электронно-библиотечная система "АЙБУКС"-<http://www.biblio-online.ru/>
11. Электронно-библиотечная система "ЮРАЙТ"-<http://www.biblio-online.ru/>
12. Электронно-библиотечная система "BOOK.RU" -<http://www.book.ru/>

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

Программное обеспечение должно позволять выполнить все предусмотренные учебным планом виды учебной работы по дисциплине «Теория тяги поездов»: теоретический курс, лабораторные занятия, задания на курсовой проект, тестовые и контрольные вопросы по курсу. Все необходимые для изучения дисциплины учебно-методические материалы объединены в Учебно-методический комплекс и размещены на сайте университета: <http://www.rgotups.ru/ru/>.

- Программное обеспечение для выполнения практических заданий включает в себя программные продукты общего применения: Microsoft Office не ниже Microsoft Office 2007 (2013), универсальной интегрированной средой MathCad.
- Программное обеспечение для проведения лекций, демонстрации презентаций и ведения интерактивных занятий: Microsoft Office 2003 и выше.
- Программное обеспечение, необходимое для оформления курсовых работ и иной документации: Microsoft Office 2003 и выше.
- Программное обеспечение для выполнения текущего контроля успеваемости: Браузер Internet Explorer 11.0 и выше.

Перечень необходимых технических средств обучения, используемых в учебном процессе для освоения дисциплины:

- компьютерное и мультимедийное оборудование;
- видео - аудиовизуальные средства обучения;
- электронная библиотека курса;
- прикладные обучающие программы.

Учебно-методические издания в электронном виде:

1. Каталог электронных пособий в системе дистанционного обучения «Космос» – <http://stellus.rgotups.ru/> - «Вход для зарегистрированных пользователей» - «Ввод логина и пароля доступа» - «Просмотр справочной литературы» - «Библиотека».
2. Каталог учебно-методических комплексов дисциплин – <http://www.rgotups.ru/ru/chairs/> - «Выбор кафедры» - «Выбор документа»

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

Учебная аудитория должна соответствовать требованиям пожарной безопасности и охраны труда по освещенности, количеству рабочих (посадочных) мест студентов. Она должна быть оборудована интерактивной доской, ауди- и видеоаппаратурой для



демонстрации слайд-шоу и презентаций, системами климат-контроля и кондиционирования воздуха, а также иметь возможность подключения к локальным и внешним компьютерным сетям для пользования базами данных, информационно-справочными и поисковыми системами. Учебная аудитория для проведения занятий должна соответствовать требованиям охраны труда по освещенности, количеству рабочих (посадочных) мест студентов и качеству учебной (аудиторной) доски, а также соответствовать условиям пожарной безопасности. Освещенность рабочих мест должна соответствовать действующим СНИПам.

Учебные аудитории кафедры оснащены необходимым оборудованием для проведения лекционных и лабораторных занятий по дисциплине "Теория тяги поездов" в полном объеме. Освещенность рабочих мест соответствует действующим СНИПам и требованиям пожарной безопасности. Количество посадочных мест соответствует численности учебных групп студентов. Аудитории оснащены ауди- и видеоаппаратурой для демонстрации слайд-шоу и презентаций.

Кабинеты оснащены следующим оборудованием, приборами и расходными материалами, обеспечивающими проведение предусмотренных учебным планом занятий по дисциплине:

- для проведения лекционных занятий требуется рабочее место преподавателя со стулом, столом, доской, мелом или маркером. Вариант: инновационная нанодоска.
- для проведения лабораторных занятий, требуется лабораторное оборудование: специализированные стенды для снятия характеристик и испытаний отдельных узлов и элементов тягового подвижного состава, рабочее место преподавателя со стулом, столом, доской, мелом или маркером.
- для выполнения текущего контроля требуется рабочее место преподавателя со стулом, столом, доской, мелом или маркером.
- для проведения информационно - коммуникационных-интерактивных занятий (представления презентаций, графических материалов, видеоматериалов) требуется мультимедийное оборудование: проектор, компьютер, экран.
- для организации самостоятельной работы : рабочее место студента со стулом, столом, калькулятором, персональным компьютером.

Технические требования к оборудованию для осуществления учебного процесса с использованием дистанционных образовательных технологий:

- колонки, наушники или встроенный динамик (для участия в аудиоконференции); микрофон или гарнитура (для участия в аудиоконференции);
- для ведущего: компьютер с процессором Intel Core 2 Duo от 2 ГГц (или аналог) и выше, от 8 Гб оперативной памяти;
- для студента: компьютер с процессором Intel Core 2 Duo от 2 ГГц (или аналог) и выше, от 6 Гб оперативной памяти.

Технические требования к каналам связи: от 128 кбит/сек исходного потока; от 256 кбит/сек входящего потока. При использовании трансляции рабочего стола рекомендуется от 1 мбит/сек входящего потока (для студента). Нагрузка на канал для каждого участника вебинара зависит от используемых возможностей вебинара. Так, если в вебинаре планируется одновременно использовать 2 видеотрансляции в конференции и одну трансляцию рабочего стола, то для студента рекомендуется от 1.5 мбит/сек входящего потока.

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

Для успешного освоения дисциплины студенты должны прослушать курс лекций, во время аудиторной работы самостоятельно выполнить задания на практических занятиях; во время внеаудиторной работы выполнить курсовой проект, сдать экзамен.

Необходимым требованием для успешного освоения курса, выполнения курсового проекта и подготовки к экзамену является самостоятельная работа студента над учебным материалом во внеаудиторное время без участия преподавателя.

Во время самостоятельной работы без участия преподавателя студенту необходимо:

- используя рекомендованную литературу и навыки, полученные во время проведения лекционных и лабораторных занятий в аудиторное время под руководством преподавателя, изучить все разделы дисциплины.

- выполнить и оформить курсовой проект.

Методические рекомендации по выполнению курсового проекта даны в учебно-методических материалах, размещенных в системе "Космос"

В процессе освоения дисциплины " Теория тяги поездов" студенты должны посетить лекционные занятия, выполнить и защитить лабораторные работы, подготовить и защитить курсовой проект, сдать экзамен. Предусмотрена контактная работа с преподавателем , которая включает в себя лекционные занятия, лабораторные занятия, групповые консультации, индивидуальную работу с преподавателем, а также аттестационные испытания промежуточной аттестации обучающихся.

1. Лекционные занятия включают в себя конспектирование излагаемого преподавателем материала. На занятии необходимо иметь тетрадь для конспекта, ручку, чертежные принадлежности.

2. Для подготовки к лабораторным работам необходимо заранее ознакомиться с рекомендованной литературой. На занятиях необходимо иметь конспект лекций , методические указания, справочную литературу. Лабораторный практикум студенты выполняют в объеме программы на специализированных стендах в лаборатории кафедры. Во время выполнения лабораторных работ студент заполняет отчет, который защищает у преподавателя в конце занятия.

3. В рамках самостоятельной работы необходимо изучить теоретический материал, научиться пользоваться справочным материалом. Также необходимо ознакомиться с Методическими указаниями по выполнению курсового проекта, размещенными в системе дистанционного обучения "КОСМОС". Выполнение и защита курсового проекта являются непременным условием для допуска к экзамену. Во время самостоятельного изучения материала можно получить групповые или индивидуальные консультации у преподавателя.

Промежуточной аттестацией по дисциплине является экзамен. Для допуска к экзамену студент должен выполнить и защитить курсовой проект, выполнить и защитить лабораторные работы, пройти электронное тестирование . Подробное описание процедуры проведения промежуточной аттестации приведено в ФОС по дисциплине.