

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

Российская открытая академия транспорта

УТВЕРЖДАЮ

Директор Российской открытой  
академии транспорта



А.В. Горелик

« 02 » февраля 2026 г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА**  
(программа профессиональной переподготовки)

**«Тяговый подвижной состав и локомотивное хозяйство»**  
(по специальности - 23.05.03 «Подвижной состав железных дорог»)

Москва 2026 г.

## ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Программа профессиональной переподготовки «Тяговый подвижной состав и локомотивное хозяйство» разработана в соответствии с требованиями приказа Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 24.03.2025 №266 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам», с учетом потребности работников реального сектора экономики в дополнительном профессиональном образовании, в чьи компетенции входят вопросы эксплуатации, технического обслуживания, проектирования, производства, испытания и модернизации подвижного состава; проектирования предприятий, технологических процессов и средств технического оснащения для технического обслуживания и ремонта тягового подвижного состава; разработки проектной и нормативно-технической документации.

Содержание программы соответствует нормам Трудового кодекса Российской Федерации, нормативных актов Российской Федерации, локальных актов РУТ (МИИТ).

При разработке программы учитывались квалификационные требования к должностям: начальник (заведующий) мастерской (начальник пункта технического обслуживания), начальник цеха (участка) (начальник участка производства), начальник отдела материально-технического снабжения (начальник отдела (сектора), мастер участка (мастер (включая старшего), инженер, инженер по наладке и испытаниям, указанные в Квалификационном справочнике руководителей, специалистов и других служащих утвержденном постановлением Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 21.08.1998 № 37 (в ред. от 27.03.2018).

Программа разрабатывалась на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 23.05.03 Подвижной состав железных дорог (специализация № 1 «Локомотивы», № 4 «Электрический транспорт железных дорог»), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 27.03.2018 № 215; профессионального стандарта «Специалист по организации и производству технического обслуживания и ремонта железнодорожного подвижного состава», утвержденного Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 19.04.2021 № 252н; профессионального стандарта «Специалист по безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта», утвержденного Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 14.04.2025 № 225н, к результатам освоения образовательных программ.

В соответствии с перечисленными руководящими документами характеристика новой квалификации предусматривает следующий перечень требований к уровню подготовленности выпускника:

1. специализация № 1 «Локомотивы» - организация эксплуатации, технического обслуживания и ремонта автономных локомотивов, их энергетических установок, электрических передач, электрического и другого оборудования, производственной деятельности подразделений локомотивного хозяйства, оценивать показатели безопасности движения поездов и качества продукции (услуг) с использованием современных информационных технологий, диагностических комплексов и систем менеджмента качества;

2. специализация № 4 «Электрический транспорт железных дорог» - организация эксплуатации, технического обслуживания и ремонт электровозов и моторвагонного подвижного состава, их тяговых электрических машин, электрических аппаратов и устройств преобразования электрической энергии, производственную деятельность локомотивного хозяйства (электровозные, моторвагонные депо), оценка показателей безопасности движения поездов и качества продукции (услуг) с использованием современных информационных технологий, диагностических комплексов и систем менеджмента качества;

- организация эксплуатации и ремонта подвижного состава, диагностика подвижного состава, надзор за его безопасной эксплуатацией;

- разработка и внедрение технологических процессов технического обслуживания и ремонта подвижного состава;

- надзор за качеством проведения и соблюдением технологии работ по производству, техническому обслуживанию и ремонту подвижного состава;

- изучение и распространение передового опыта в области технологии производства, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта подвижного состава, составление технических заданий на проектирование приспособлений и оснастки;

- обеспечение выполнения производственных заданий, организация подготовки производства, загрузки оборудования, анализ результатов производственной деятельности, оформление первичных документов по учету рабочего времени, выработки, заработной платы;

- руководство работами по выполнению осмотра и ремонта подвижного состава, руководство участком производства, обеспечение выпуска высококачественной продукции;

- организация работы коллектива исполнителей (бригад, участков, пунктов), принятие управленческих решений;

Область профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу, включает:

- эксплуатацию, техническое обслуживание, проектирование, производство и испытания подвижного состава;

- проектирование предприятий, технологических процессов и средств технического оснащения для технического обслуживания и ремонта подвижного состава;

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу, являются:

- автономные локомотивы (тепловозы, газотурбовозы);

- моторвагонный подвижной состав (электropоезда, рельсовые автобусы, дизель-поезда);

- грузовые и пассажирские электровозы;

- эксплуатационные и ремонтные депо;

- средства и пути повышения эксплуатационных и ремонтных характеристик (экономичности, надежности, долговечности, безопасности, качества ремонта) подвижного состава.

Программа содержит требования к уровню профессиональной переподготовки выпускника, результатом освоения которой будет удостоверение его права (соответствие квалификации) на ведение нового вида профессиональной деятельности в сфере эксплуатации, обслуживания и ремонта, проектирования, производства и испытаний тягового подвижного состава, определенной в соответствии с целью обучения.

Программа определяет минимальный объем знаний, умений, навыков и компетенций, которыми должен обладать выпускник при выполнении производственно-технологического, проектного, организационно-управленческого типов задач профессиональной деятельности, а также при руководстве работами на участке производства по техническому обслуживанию и ремонту железнодорожного подвижного состава и механизмов и контролю безопасности движения и эксплуатации в подразделениях, расположенных на закреплённом участке железнодорожного транспорта в сфере эксплуатации, обслуживания и ремонта, проектирования, производства и испытаний тягового подвижного состава, не рассчитана на присвоение новой квалификации.

Типы задач профессиональной деятельности, перечень и характеристика новых профессиональных компетенций, формируемых у слушателей в ходе обучения, излагаются в разделе «Планируемые результаты обучения» программы.

## ЦЕЛЕВАЯ УСТАНОВКА

**Цель:** получение компетенций, необходимых для выполнения новых типов задач профессиональной деятельности в сфере эксплуатации, обслуживания и ремонта, проектирования, производства и испытаний тягового подвижного состава.

**Категория слушателей:** лица, имеющие высшее образование; лица, получающие высшее образование.

**Форма обучения:** очно-заочная, с применением дистанционных образовательных технологий.

**Трудоёмкость программы:** 500 ак. часов (в т. ч. очно - 50 ак. часов, заочно – 450 ак. часов, с применением дистанционных образовательных технологий).

**Сроки освоения программы:** 22 недели.

**Режим занятий:** 3-4 ак. часа в день на заочном обучении и не более 8 ак. часов в день на очном обучении.

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

В ходе обучения дать слушателям теоретические и практические знания в сфере эксплуатации, обслуживания и ремонта, проектирования, производства и испытаний тягового подвижного состава, результатом получения которых будет формирование новых профессиональных компетенций.

Характеристика профессиональных компетенций				
Типы задач профессиональной деятельности	Перечень профессиональных компетенций	Перечень знаний	Перечень умений	Практический опыт
Производственно-технологический	Перечень профессиональных компетенций  ОПК-1 Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования	основные понятия и законы математики, способ объяснить сущность явлений и процессов, основы высшей математики, способен представить математическое описание процессов, использует навыки математического описания моделируемого процесса (объекта) для решения инженерных задач	применять метод теоретического и экспериментального исследования объектов, процессов, явлений, проводит эксперимент по заданной методике и анализирует их результаты, использовать физико-математический аппарат для разработки простых математических моделей явлений, процессов и объектов при заданных допущениях и ограничениях, методы математического анализа и моделирования для обоснования принятия решений в профессиональной деятельности	выполнять мониторинг, прогнозирование и оценку безопасности действующих, вновь строящихся и реконструируемых объектов, для решения различных проблем, инженерные методы и современные научные знания о проектах и конструкциях технических устройств, предусматривающих сохранение равновесия и обеспечивающих безопасность
	ОПК-3 Способен принимать решения в области профессиональной деятельности, применяя нормативную правовую базу, теоретические основы и опыт производства и эксплуатации транспорта	нормативные документы открытого акционерного общества «Российские железные дороги» по ремонту и техническому обслуживанию высокоскоростного подвижного состава	использовать современные методы и способы обнаружения неисправностей высокоскоростного подвижного состава в эксплуатации, определять качество проведения технического обслуживания и ремонта высокоскоростного	владеть методами расчета показателей качества

Проектный	ОПК-4 Способен выполнять проектирование и расчет транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов	устройства и взаимодействия узлов и деталей высокоскоростного подвижного состава, технические условия и требования, предъявляемые к высокоскоростному подвижному составу при выпуске после ремонта и сервисного обслуживания	подвижного состава нормировать расход энергоресурсов на тягу поездов, производить тяговые расчеты, осуществлять разбор и анализ состояния безопасности движения	владеть методами обеспечения безопасности движения поездов при отказе тормозного и другого оборудования высокоскоростного подвижного состава
Организационно-управленческий	ОПК-7 Способен организовывать работу предприятий и его подразделений; находить и принимать обоснованные управленческие решения на основе теоретических знаний по экономике и организации производства	деятельность структурных подразделений, особенности эксплуатации, технического обслуживания и ремонта высокоскоростного подвижного состава и его оборудования	организовывать и планировать работу локомотивных бригад и производственную деятельность структурных подразделений	демонстрировать знания инфраструктуры высокоскоростного комплекса и особенности эксплуатации, технического обслуживания и ремонта высокоскоростного подвижного состава и его оборудования; определять показатели работы структурных подразделений и систем эксплуатации высокоскоростного подвижного состава, в том числе с использованием цифровых технологий
Руководство работами на участке производства по техническому обслуживанию и ремонту железнодорожного подвижного состава и механизмов Код Е, ПС Пр. №252н	Е/01.6 Планирование работ на участке производства по техническому обслуживанию и ремонту железнодорожного подвижного состава и механизмов Е/02.6 Организация выполнения работ на участке производства по техническому обслуживанию и ремонту железнодорожного подвижного состава и механизмов	организацию производства, его метрологическое обеспечение, основы управленческой деятельности в области организации производства	организовывать работу малых коллективов исполнителей (бригад, участков, пунктов), руководить участком производства	владеть навыками применения требований корпоративных стандартов в области управления персоналом
		технические характеристики, конструкцию и правила технической эксплуатации высокоскоростного подвижного состава	применять требования правил технической эксплуатации при эксплуатации и обслуживании высокоскоростного	владеть навыками применения требований правил технической эксплуатации при эксплуатации и обслуживании высокоскоростного подвижного состава

<p>Контроль безопасности движения и эксплуатации в подразделениях, расположенных на закрепленном участке железнодорожного транспорта ... Код В ПС Пр. №225н</p>	<p>В/01.7 Контроль организации и проведения профилактической работы по обеспечению безопасности движения и эксплуатации на закрепленном участке железнодорожного транспорта</p>	<p>Устройство, размеры, нормы содержания и правила эксплуатации сооружений, основных технических средств железнодорожного транспорта и подвижного состава в объеме, необходимом для выполнения должностных обязанностей; Технологический процесс обслуживания и ремонта технических средств и подвижного состава на закрепленном участке железнодорожного транспорта в объеме, необходимом для выполнения должностных обязанностей</p>	<p>подвижного состава</p>	<p>Владеть навыками оценки показателей безопасности движения поездов и качества проведения технического обслуживания и ремонта с использованием современных информационных технологий и диагностических комплексов; внедрения новых технических средств, повышающих безопасность движения и эксплуатации на закрепленном участке железнодорожного транспорта</p>
---	---	--	---------------------------	--

По результатам обучения присвоение выпускнику новой квалификации не предусматривается. По результатам итоговой аттестации удостоверяется право (соответствие квалификации) выпускника на ведение профессиональной деятельности в сфере эксплуатации, обслуживания и ремонта, проектирования, производства и испытаний тягового подвижного состава.

## Учебный план

№ п/п	Наименование дисциплин и тем	Трудо-емкость, ак. час.	Из них занятия								Форма аттестации, трудоемкость, ак. час.
			лекцион-ного типа		семинарс-кого типа		Практичес-кого типа		Консульта-ционного типа		
			О	З	О	З	О	З	О	З	
<b>1.</b>	<b>Тяга поездов</b>	<b>140</b>	<b>4</b>	<b>124</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>Зачет / 2</b>
1.1.	Основы тяги поездов: силы, действующие на поезд, модели поезда, основное уравнение движения	26	1	25							
1.2.	Тяговые расчеты. Методы выполнения тяговых расчетов	28	1	27							
1.3.	Подготовка и ввод начальных данных для тягового расчета. Аппроксимация тяговых и токовых характеристик	27		23			2	2			
1.4.	Тяговый расчет с использованием численных методов	29	1	24				4			
1.5.	Принципы оптимального управления. Повышение адекватности модели движущегося поезда	26	1	25							
	Консультация по дисциплине	2							2		
	Промежуточная аттестация	2									Зачет / 2
<b>2.</b>	<b>Теория и конструкция локомотивов</b>	<b>140</b>	<b>6</b>	<b>126</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>Зачет / 2</b>
2.1.	Механическое оборудование локомотивов	24	1	21				2			
2.2.	Электрические машины. Электрическое оборудование локомотивов	24	1	23							
2.3.	Локомотивные энергетические установки	24	1	23							
2.4.	Вспомогательное оборудование локомотивов	24	1	23							
2.5.	Динамика тягового подвижного состава	20		18				2			
2.6.	Особенности конструкции подвижного состава метрополитена	20	2	18							
	Консультация по дисциплине	2							2		
	Промежуточная аттестация	2									Зачет / 2
<b>3.</b>	<b>Теория автоматического управления</b>	<b>64</b>	<b>2</b>	<b>54</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>Зачет / 2</b>

3.1.	Теория систем автоматического управления. Линейные и нелинейные системы	20		20							
3.2.	Системы управления локомотивов	19	1	18							
3.3.	Перспективные системы управления: архитектура, функции, интерфейсы	21	1	16			2	2			
	Консультация по дисциплине	2							2		
	Промежуточная аттестация	2									Зачет / 2
<b>4.</b>	<b>Организация эксплуатации, ремонта и технического обслуживания локомотивов</b>	<b>56</b>	<b>6</b>	<b>42</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>Зачет / 2</b>
4.1.	Локомотивное хозяйство. Организация производства, ремонт и обслуживание тягового подвижного состава	12	2	8				2			
4.2.	Информационные технологии и системы диагностирования при эксплуатации и обслуживании локомотивов	12	2	8				2			
4.3.	Надежность подвижного состава	12	2	10							
4.4.	Безопасность жизнедеятельности	8		8							
4.5.	Организация работы метрополитена	8		8							
	Консультация по дисциплине	2							2		
	Промежуточная аттестация	2									Зачет / 2
<b>5.</b>	<b>Тяговый привод</b>	<b>44</b>	<b>4</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>Зачет / 2</b>
5.1.	Гидравлические передачи тепловозов	12	1	11							
5.2.	Электрические передачи локомотивов	12	1	9			2				
5.3.	Силовые преобразователи в системах управления тяговыми электродвигателями	10	2	8							
5.4.	Тяговые приводы	6		6							
	Консультация по дисциплине	2							2		
	Промежуточная аттестация	2									Зачет / 2
<b>6.</b>	<b>Безопасность движения и автоматические тормоза подвижного состава</b>	<b>52</b>	<b>6</b>	<b>38</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>Зачет / 2</b>

6.1.	Метрология, стандартизация и сертификация. Средства навигации подвижного состава и определения параметров механического движения	16	2	14							
6.2.	Правила технической эксплуатации железных дорог. Организация обеспечения безопасности движения и автоматические тормоза	16	2	12				2			
6.3.	Локомотивные устройства безопасности. Системы автоматического прицельного торможения	16	2	12				2			
	Консультация по дисциплине	2							2		
	Промежуточная аттестация	2									Зачет / 2
7.	<b>Итоговая аттестация</b>	<b>4</b>									Междисциплинарный экзамен <b>4</b>
	<b>ИТОГО</b>	<b>500</b>	<b>28</b>	<b>418</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>6</b>	<b>20</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>16</b>

## Календарный учебный график\*

№ п/п	Наименование дисциплин	Количество академических часов по учебным неделям (Н)																						ИТОГО		
		Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22			
1.	Тяга поездов	23	23	23	23	15	2																заочно 132	8	140	
2.	Теория и конструкция локомотивов						21	23	23	23	19												заочно 132	8	140	
3.	Теория автоматического управления										4	4			19	23	16						заочно 58	6	64	
4.	Организация эксплуатации, ремонта и технического обслуживания локомотивов															6			23	23	2		заочно 48	8	56	
5.	Тяговый привод																			13	19	4		заочно 36	8	44
6.	Безопасность движения и автоматические тормоза подвижного состава																				4	4		заочно 44	8	52
7.	Итоговая аттестация																						очно 4	4	4	
	<b>Всего часов</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>19</b>	<b>500</b>	

\* Не планируется обучение в праздничные дни. Календарный учебный график может уточняться в расписании занятий с учетом рекомендаций заказчика образовательных услуг, графика отпусков ИПС и т.п. без изменения объема часов дисциплин (модулей).

\*\* Очное обучение проводится с применением дистанционных образовательных технологий.

# РАБОЧИЕ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИН

## Дисциплина 1. Тяга поездов

### **Тема 1.1. Основы тяги поездов: силы, действующие на поезд, модели поезда, основное уравнение движения**

Образование силы тяги. Образование тормозной силы. Силы, действующие на поезд, понятие удельных сил. Силы основного сопротивления движению. Дополнительное сопротивление движению от плана и профиля пути, низких температур, бокового ветра. Модель поезда – материальная точка. Модель поезда – несжимаемая нить. Модель поезда – набор соединенных дискретных масс. Уравнение движения поезда. Стационарные и переходные режимы движения поезда. Неблагоприятные явления, возникающие в переходных режимах движения поезда.

### **Тема 1.2. Тяговые расчеты. Методы выполнения тяговых расчетов**

Задачи тяговых расчетов. Правила тяговых расчетов. Графический метод тяговых расчетов: особенности применения, достоинства и недостатки. Аналитический метод тяговых расчетов: особенности применения, достоинства и недостатки. Численный метод тяговых расчетов, особенности применения, достоинства и недостатки. Выбор величина шага интегрирования численного метода. Определение погрешности интегрирования численного метода. Методы определения массы поезда. Методы определения расхода электроэнергии и топлива на участке.

### **Тема 1.3. Подготовка и ввод начальных данных для тягового расчета. Аппроксимация тяговых и токовых характеристик**

Табличная, аналитическая, графическая формы начальной информации для тягового расчета. Ввод профиля и плана пути. Ввод сил сопротивления движению локомотива и состава. Интерполяция и аппроксимация графических зависимостей, заданных в Правилах тяговых расчетов. Интерполяция кубическими сплайнами тяговых и токовых характеристик электровоза. Влияние количества узлов интерполяции на точность результатов. Влияние количества узлов интерполяции на сложность тягового расчета численным методом. Ввод информации о составе для разных моделей поезда. Ввод информации об условиях движения: ограничения по скорости, боковой ветер, низкие температуры.

### **Практическое занятие № 1 (в объеме 4 ак. часов). Аппроксимация тяговой характеристики локомотива полиномом.**

Выполнение аппроксимации тяговой характеристики локомотива (по выбору) полиномом в редакторе электронных таблиц.

### **Тема 1.4. Тяговый расчет с использованием численных методов**

Обзор численных методов решения уравнения движения поезда. Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты 4-го порядка. Метод Рунге-Кутты-Мерсона. Метод Адамса. Решение тормозной задачи численным методом. Учет ограничений при выборе режима движения при выполнении расчета численным методом. Автоматическое определение шага интегрирования для метода Рунге-Кутты-Мерсона в режимах тяги, выбега и торможения.

### **Практическое занятие № 2 (в объеме 4 ак. часов) Методы решения уравнения движения поезда.**

Решение уравнения движения для заданного поезда и участка пути методом Рунге-Кутты 4-го порядка с разным шагом интегрирования (0,5 м, 1 м, 2 м)

### **Тема 1.5. Принципы оптимального управления. Повышение адекватности модели движущегося поезда**

Постановка задачи оптимального управления поездом. Критерии оптимизации и целевые функции. Ограничения на фазовые координаты. Методы решения оптимальной задачи. Принцип максимума Понтрягина. Метод динамического программирования. Применение методов оптимального управления для нормирования энергозатрат на тягу поездов. Применение методов оптимального управления в бортовой системе управления. Оценка адекватности математической модели по интегральной характеристике. Оценка адекватности математической модели на основе сравнения рядов данных. Способы повышения адекватности

математической модели движения поезда с использованием данных из бортовых систем поезда на примере навигационной информации.

## **Дисциплина 2. Теория и конструкция локомотивов**

### **Тема 2.1. Механическое оборудование локомотивов**

Кузова локомотивов: классификация, особенности конструкции, технические требования. Экипажная часть локомотивов. Рамы тележек локомотивов: классификация, особенности конструкции, компоновочные схемы. Колесные пары локомотивов: особенности конструкции основных элементов. Буксовые узлы: назначение, технические требования, классификация, особенности конструкции, образование поперечных разбегов колесных пар. Рессорное подвешивание локомотивов: особенности конструкции упругих, упругодемпфирующих и демпфирующих элементов. Компоновочные схемы и основные технические параметры двухступенчатого рессорного подвешивания. Узлы упругого поперечного соединения кузова и тележки: анализ различных конструкций, основные параметры.

#### ***Практическое занятие № 3 (в объёме 2 ак. часов). Рессорное подвешивание электровоза ЭП20.***

Изучение принципа действия, конструкции и характеристик рессорного подвешивания электровоза ЭП20.

### **Тема 2.2. Электрические машины. Электрическое оборудование локомотивов**

Классификация электрических машин, основные конструктивные исполнения. Принцип действия электрических машин. Магнитное поле электрических машин. Потери энергии в электрических машинах. Коэффициент полезного действия электрических машин и зависимость его от нагрузки. Нагревание и охлаждение электрических машин. Принцип действия и устройство машин постоянного тока. Реакция якоря машины постоянного тока: искажение кривой распределения магнитной индукции при нагрузке, уменьшение магнитного потока и ЭДС из-за насыщения отдельных участков магнитной цепи. Коммутация в машинах постоянного тока: сущность процесса коммутации, природа щеточного контакта. Характеристики генераторов с независимым, параллельным, последовательным и смешанным возбуждением. Устройство, принцип действия, классификация асинхронных и синхронных машин, области применения. Пуск асинхронных двигателей: общая характеристика процесса пуска, способы пуска короткозамкнутых двигателей, пуск двигателей с фазным ротором, асинхронные короткозамкнутые двигатели с улучшенными пусковыми свойствами. Регулирование угловой скорости асинхронных двигателей, общая характеристика и сравнение способов регулирования. Однофазный асинхронный двигатель: принцип действия, характеристики, способы пуска. Параллельная работа синхронных генераторов. Электромагнитный момент синхронной машины. Статическая устойчивость синхронных машин. Синхронный двигатель: векторные диаграммы, рабочие характеристики, способы пуска. Назначение, принцип действия и устройство трансформаторов. Теория рабочего процесса трансформатора. Потери мощности в трансформаторе, коэффициент полезного действия и его зависимость от тока нагрузки. Характеристика аварийных режимов электрооборудования. Внутренние и внешние короткие замыкания в энергетических цепях. Влияние токов короткого замыкания на тяговое электрооборудование.

### **Тема 2.3. Локомотивные энергетические установки**

Этапы развития тепловых двигателей и применение их в качестве локомотивных энергетических установок (ЛЭУ), классификация и технико-экономические характеристики ЛЭУ. Конструкция энергетических установок паровозов, тепловозов, рельсовых автобусов, газотурбовозов. Рабочий цикл ЛЭУ паровоза, четырехтактного и двухтактного дизелей тепловоза, газотурбинного двигателя газотурбовоза. Моделирование рабочих процессов с использованием компьютерных технологий. Влияние условий эксплуатации на техническое состояние и технико-экономические показатели работы ЛЭУ. Современные методы испытаний и диагностики ЛЭУ.

Получения навыков выявления предотказных состояний и неисправностей ЛЭУ по результатам дешифрирования данных зарегистрированных МПСУ тепловоза.

#### **Тема 2.4. Вспомогательное оборудование локомотивов**

Перечень и назначение вспомогательного оборудования на локомотиве. Перспективы развития и усовершенствования характеристик вспомогательного оборудования. Масляная, водяная, топливная системы тепловоза и их оборудование. Приводы вентиляторов. Системы охлаждения тяговых электрических машин и аппаратов. Пневматические цепи локомотива. Системы пожаротушения. Назначение, особенности конструкции коммутационных аппаратов, аппаратов защиты, регулирования, контроля и управления. Датчики, манометры, индикаторы назначение и перспективы развития.

#### **Тема 2.5. Динамика тягового подвижного состава**

Основной закон механики системы. Динамика материальной точки. Общие теоремы динамики системы. Теорема об изменении количества движения. Теорема о движении центра масс. Теорема об изменении момента количества движения. Теорема об изменении кинетической энергии. Применение общих теорем динамики для системы твердых тел. Принцип Даламбера для материальной точки. Элементы теории устойчивости равновесия систем. Первая ступень рессорного подвешивания (буксовая ступень). Вторая ступень рессорного подвешивания (кузовная или центральная ступень). Показатели виброзащиты тягового подвижного состава. Устойчивость колеса против схода с рельсов. Устойчивость пути против сдвига в плане (поперечная устойчивость пути). Устойчивость пути по ширине колеи. Поперечная устойчивость экипажа от опрокидывания в кривой. Плавность хода.

#### ***Практическое занятие № 4 (в объёме 2 ак. часов). Рессорное подвешивание.***

Изучение классификации и конструкции рессорного подвешивания локомотивов.

#### **Тема 2.6 Особенности конструкции подвижного состава метрополитена.**

Развитие метрополитена. Конструкция вагонов метрополитена. Особенности конструкции подвижного состава зарубежных вагонов метрополитена. Электрическое оборудование и тяговые электродвигатели.

### **Дисциплина 3. Теория автоматического управления**

#### **Тема 3.1. Теория систем автоматического управления. Линейные и нелинейные системы**

Модели линейных объектов: дифференциальные уравнения. Модели в пространстве состояний. Переходная функция. Импульсная характеристика (весовая функция). Передаточная функция. Преобразование Лапласа. Передаточная функция и пространство состояний. Частотные характеристики. Логарифмические частотные характеристики. Требования к управлению. Процесс на выходе. Точность Устойчивость Критерии устойчивости. Переходный процесс. Частотные оценки качества. Корневые оценки качества. Робастность.

#### **Тема 3.2. Системы управления локомотивов**

Тяговый электродвигатель как линейный объект регулирования. Тяговый электродвигатель как нелинейный объект регулирования. Математическая модель и структурная схема тягового электропривода. Локомотивные системы автоматического управления, регулирования и защиты (САУ, САР, САЗ). Классификация локомотивных САУ, САР, САЗ. Автоматическое регулирование частоты вращения дизеля. Автоматическое регулирование напряжения тягового генератора. Автоматическое регулирование температуры теплоносителей. Автоматическое регулирование ТЭД. Датчики и чувствительные элементы (ЧЭ) систем локомотивной автоматики.

#### **Тема 3.3. Перспективные системы управления: архитектура, функции, интерфейсы**

Микропроцессорная система управления и диагностики. Универсальная система автоматического ведения поезда (УСАВП). Система автоматического управления тормозами (САУТ). Архитектура современных систем управления на примере MEN TCS. Переход к унифицированной архитектуре единой микропроцессорной системы управления, диагностики и безопасности. Обобщение функций систем управления, диагностики и безопасности.

Промышленные коммуникационные интерфейсы.

**Практическое занятие № 5 (в объёме 4 ак. часов). Настройка работы ПИД регулятора для объектов управления с различными характеристиками.** Определение коэффициентов ПИД регулятора для заданных объектов управления.

#### **Дисциплина 4. Организация эксплуатации, ремонта и технического обслуживания локомотивов**

##### **Тема 4.1. Локомотивное хозяйство. Организация производства, ремонт и обслуживание тягового подвижного состава**

Реформирование локомотивного хозяйства, этапы становления. Организация технического обслуживания и ремонта локомотивов в условиях реформирования локомотивного хозяйства. Современные методы управления ремонтом локомотивов. Планово-предупредительная система обслуживания и ремонта локомотивов. Содержание и принципы планирования на предприятии. Организация процесса планирования. Организация и проектирование поточного производства при ремонте локомотивов. Теоретические основы проектирования и расчетные параметры поточных линий. Организация экипировочного хозяйства, комплекс экипировочных устройств. Разработка маршрутного технологического процесса и технологических операций. Нормирование технологических операций. Определение неисправностей и отказов деталей собранных объектов по внешним признакам. Основы контроля состояния деталей механических частей. Основы технологии восстановления деталей механических частей локомотива. Основы контроля состояния токоведущих частей оборудования. Классификация повреждений изоляции и токоведущих частей машин и аппаратов, полупроводниковых элементов. Причины, вызывающие эти повреждения. Техническое обслуживание и ремонт аккумуляторных батарей. Факторы, определяющие уровень качества. Методы оценки уровня качества. Этапы развития теории и практики управления качеством. Системы и методы управления уровнем качества продукции. Технический контроль качества. Сертификация продукции. Стандарты ISO серии 9000.

**Практическое занятие № 6 (в объёме 2 ак. часов). Современные методы управления эксплуатацией и ремонтом локомотивов.**

Изучение новых методов управления локомотивным комплексом, в условиях цифровой трансформации железнодорожного транспорта.

##### **Тема 4.2. Информационные технологии и системы диагностирования при эксплуатации и обслуживании локомотивов**

Основные задачи технической диагностики электроподвижного состава. Структура технической диагностики электроподвижного состава. Виды технического состояния электроподвижного состава. Основные параметры технического состояния электроподвижного состава. Классификация средств технической диагностики электроподвижного состава. Методы технического диагностирования электроподвижного состава. Автоматизированные системы контроля основных узлов и агрегатов электроподвижного состава. Возможности компьютерных средств современной технической диагностики основных узлов и агрегатов электроподвижного состава. Современные перспективные компьютерные средства контроля основных узлов и агрегатов электроподвижного состава.

**Практическое занятие № 6 (в объёме 2 ак. часов). Автоматизация диагностики локомотивов.**

Понятие предиктивной диагностики, построение простейших алгоритмов предиктивной диагностики.

##### **Тема 4.3. Надежность подвижного состава**

Основные понятия, величины и теоремы теории вероятностей. Распределение случайных величин. Анализ, расчет и прогнозирование показателей надежности локомотивов, их узлов и деталей. Факторы, характеризующие особенности конструкции. Основные положения ГОСТ 32192-2013 Надежность в железнодорожной технике. Основные понятия. Термины и

определения. Комплексные показатели надежности. Методы расчёта и анализа надёжности изделий. Повреждения, отказы и их классификация. Категории отказов в работе технических средств, виды отказов локомотива. Пути повышения надёжности локомотивов. CALS-технологии (англ. Continuous Acquisition and Lifecycle Support — непрерывная информационная поддержка поставок и жизненного цикла изделий). Структура управления эксплуатационной надёжностью локомотива.

#### **Тема 4.4. Безопасность жизнедеятельности**

Цель и содержание дисциплины «Безопасность жизнедеятельности», ее основные задачи, место и роль в подготовке специалиста. Характеристика системы «человек – машина – среда обитания». Современные методы обеспечения безопасности жизнедеятельности. Физиология труда и условия жизнедеятельности человека. Системы обеспечения параметров микроклимата и состав воздуха: отопление, вентиляция, кондиционирование, их устройство и требования к ним. Освещение. Опасные, вредные и поражающие факторы в системе «человек — машина — среда обитания». Причина техногенных аварий и катастроф. Воздействие опасных и вредных факторов на человека и негативных факторов на среду обитания. Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций на железнодорожном транспорте. Определение основных понятий: травматизм, повреждение, несчастный случай. Расследование, учет и анализ несчастных случаев на производстве как основа для разработки профилактических мероприятий по борьбе с травматизмом. Действие электрического тока на организм человека. Виды поражения электрическим током. Основные защитные мероприятия. Порядок допуска к обслуживанию электроустановок. Особенности взрывной и пожарной безопасности на предприятиях железнодорожного транспорта. Общие сведения о пожаротушении; тушение водой, пеной, углекислотными составами, порошками, комбинированными составами. Системы и устройства пожарной сигнализации. Специальная оценка условий труда и ее задачи: определение фактических значений опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах, и оценка состояния условий труда, предоставление льгот и компенсаций за работу во вредных и тяжелых условиях труда и разработка мероприятий по улучшению и оздоровлению условий труда.

#### **Тема 4.5. Организация работы метрополитена**

Принципы организации работы метрополитена. Подвижной состав метрополитена, особенности конструкции перспективного подвижного состава. Организация эксплуатации, технического обслуживания и ремонта подвижного состава метрополитена. График движения поездов. Обслуживание поездов локомотивных бригад.

### **Дисциплина 5. Тяговый привод**

#### **Тема 5.1. Гидравлические передачи тепловозов**

Определение и свойства жидкостей. Модель идеальной жидкости. Гидростатическое давление и его свойства. Сила давления жидкости на различные поверхности. Виды движения жидкости. Уравнения Бернулли для идеальной и реальной жидкостей. Гидравлические сопротивления. Движение жидкости в напорных трубопроводах. Виды потерь энергии в лопастных системах. Уравнение баланса энергии гидромашин. Общие сведения о насосах: центробежные, вихревые, объемные. Элементы и схемы гидропривода. Общее устройство, принцип работы и характеристики тепловозных гидротрансформаторов и гидромуфт. Классификация и принцип действия гидравлических передач.

#### **Тема 5.2. Электрические передачи локомотивов**

Назначение, классификация, функциональные и структурные схемы электрических передач локомотивов. Общие сведения о тяговых электрических машинах, применяемых в электрических передачах локомотивов. Механические характеристики элементов электрической передачи. Принципы управления и определение основных параметров передач локомотивов. Системы автоматического управления электрической передачей локомотива. Микропроцессорные системы автоматического регулирования электрической передачей

локомотива, плавное регулирование. Выбор схемы соединения тягового генератора, тягового преобразователя и тяговых электродвигателей. Понятие поосного регулирования в электрической передаче локомотива. Электродинамическое торможение, силовая схема и ограничения, накладываемые на тормозную характеристику.

**Практическое занятие № 7 (в объёме 2 ак. часов). Определение электротяговых характеристик тягового электродвигателя постоянного тока.**

Расчет и построение электромеханических и электротяговых характеристик.

**Тема 5.3. Силовые преобразователи в системах управления тяговыми электродвигателями**

Выпрямительная установка и режимы ее работы с учетом индуктивности цепей. Сравнительный анализ схем выпрямления. Внешние характеристики выпрямителей. Расчет параметров выпрямительной установки и ее к.п.д. Автономный и неавтономный инверторы, устройство, принцип действия, основные характеристики. Современные тяговые преобразователи, структурные схемы и характеристики. Требования к характеристикам тяговых преобразователей локомотивов. Преобразователи тока и напряжения. Принципы управления преобразователями. КПД преобразователей, режимы их охлаждения.

**Тема 5.4. Тяговые приводы**

Условия эксплуатации тяговых приводов, характер нагрузок, действующих на элементы тягового привода. Классификация тяговых приводов. Силы, действующие в тяговом приводе. Особенности конструкции и динамические характеристики тяговых приводов различных классов. Тяговый редуктор и его характеристики. Принцип выбора тягового редуктора.

**Дисциплина 6. Безопасность движения и автоматические тормоза подвижного состава**

**Тема 6.1. Метрология, стандартизация и сертификация. Средства навигации подвижного состава и определения параметров механического движения**

Правовая база, основные понятия и принципы технического регулирования; технические регламенты. Основные понятия, цели и принципы стандартизации; основные положения Государственной и Национальной систем стандартизации, порядок и правила разработки и утверждения стандартов, категории и виды стандартов; качество продукции, основные понятия. Критерии и методы оценки. Правовая база подтверждения соответствия, основные понятия о системах сертификации; формы подтверждения соответствия, схемы сертификации, органы по сертификации продукции и услуг. Правовая база метрологии; основные понятия, средства и методы технических измерений, погрешности измерений; обеспечение единства измерений; метрологическое обеспечение производства. Географические системы координат СК-45, WGS-84. Глобальные навигационные системы на основе триангуляции. Железнодорожная координата. Системы определения характеристик поступательного движения поезда: скорости, ускорения, пройденного пути. Комплексование данных с глобальных систем и других навигационных систем. Определение отклонения по маршруту движения на стрелочном переводе. Определение непогашенного ускорения в кривой. Построение электронной карты пути. Динамические погрешности определения местоположения поезда.

**Тема 6.2. Правила технической эксплуатации железных дорог. Организация обеспечения безопасности движения и автоматические тормоза**

Понятие безопасности движения в поездной и маневровой работе железных дорог. Показатели безопасности движения. Понятие ответственного технологического процесса (ОТП), его состояния, дестабилизирующие факторы, безопасность ОТП, риски потерь. Взаимосвязь показателей надежности и безопасности движения поездов. Распределение причин по видам проявления, по хозяйствам, по основным профессиям хозяйства перевозок. Классификация причин нарушения безопасности движения. Классификатор нарушений правил технической эксплуатации и безопасности в поездной и маневровой работе. Основные направления системы профилактических мер по предупреждению аварийности на железных дорогах.

Характерные признаки неисправностей подвижного состава при движении поездов. Действия работников железнодорожного транспорта при обнаружении угрозы безопасности движения. Мероприятия по обеспечению безопасности движения на железнодорожном транспорте. Автоматические тормоза подвижного состава, классификация. Конструкция и принцип действия автотормозов подвижного состава. Тормозной путь.

*Практическое занятие № 8 (в объёме 2 ак. часов). Требования Технического регламента Таможенного союза «О безопасности железнодорожного подвижного состава» (ТР ТС - 001 - 2011).*

Изучение требований ТР ТС - 001 – 2011 к тяговому подвижному составу выбор схемы декларирования соответствия продукции

### **Тема 6.3. Локомотивные устройства безопасности. Системы автоматического прицельного торможения**

Основные и дополнительные локомотивные устройства безопасности (ЛУБ). Функции безопасности. Понятие функциональной безопасности. Безопасный локомотивный объединенный комплекс (БЛОК), устройство, структурная схема и реализуемые функции. Автоматическая локомотивная сигнализация (АЛС) АЛСН и АЛС-ЕН. Принципы интервального регулирования движения поездов. Перспективные системы интервального регулирования. Система информирования машиниста (СИМ) и системы автоведения. Концепция развития локомотивных устройств безопасности.

*Практическое занятие № 9 (в объёме 2 ак. часов). Концепция развития локомотивных устройств безопасности.*

Изучение основных положений Концепции развития локомотивных устройств безопасности, рассмотрение вопроса обеспечения безопасности при беспилотном управлении локомотивом.

## ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Реализация учебной программы осуществляется в полном соответствии с требованиями законодательства Российской Федерации в области образования, нормативными правовыми актами, регламентирующими данное направление деятельности.

### Требования к квалификации педагогических кадров, представителей предприятий и организаций, обеспечивающих реализацию образовательного процесса

Реализация образовательного процесса обеспечивается высококвалифицированным профессорско-преподавательским составом, имеющим высшее образование и отвечающим квалификационным требованиям, указанным в Едином квалификационном справочнике, утвержденном приказом Минздравсоцразвития России от 11.01.2011 № 1н, научными работниками, руководителями и специалистами профильных организаций и предприятий, имеющими большой опыт практической работы (свыше 5-ти лет) в области профессиональной деятельности, соответствующей направленности программы.

Количественно-качественная характеристика педагогических кадров, обеспечивающих образовательный процесс, отражена в следующей таблице:

Заведующие кафедрами, профессоры (имеющие ученую степень и/или ученое звание)	Доценты, старшие преподаватели, (имеющие ученую степень и/или ученое звание)
Космодамианский Андрей Сергеевич, зав. кафедрой «Тяговый подвижной состав», д.т.н., проф.	Капустин Михаил Юрьевич, к.т.н., доцент Стрекалов Николай Николаевич, к.т.н., доцент Головина Ольга Владимировна, к.п.н., доцент Малахов Сергей Валерьевич, ассистент Шевченко Дмитрий Николаевич, ассистент

### Требования к материально-техническим условиям

Для обеспечения проведения всех видов занятий используется сервер РОАТ с размещенным на нём программным обеспечением и контентом. Слушатели самостоятельно обеспечивают себя персональными компьютерами, ноутбуками или другими устройствами для выхода в интернет. Рекомендуемая скорость подключения для работы всех программных средств составляет 10 МБит/с. Программное обеспечение поддерживает все современные браузеры, выпущенные после 2011 г.

### Требования к информационным и учебно-методическим условиям

Для реализации программы используются следующие информационно-коммуникационные ресурсы и программные продукты:

№ п/п	Наименование информационно- коммуникационных ресурсов, технических средств, программных продуктов	Основные характеристики
1	СДО	СДО разработана на основе системы управления данных и дает возможность идентификации слушателей, авторизованного входа и доступа к учебным материалам.
2	Видеоконференцсвязь	Видеоконференцсвязь позволяет без установки специального программного обеспечения в рабочем окне проводить видеолекции и консультации.

### Общие требования к организации образовательного процесса

Реализация программы осуществляется по очно-заочной форме, с применением дистанционных образовательных технологий. Очные занятия проводятся в формате вебинаров.

Для идентификации слушателей перед началом обучения каждому высылаются на личную электронную почту уникальная пара логин-пароль для доступа к СДО в сети

Интернет. После идентификации по индивидуальным логину и паролю на СДО, слушатель попадает в личный электронный кабинет, в котором ему доступны: учебный график, учебные материалы по дисциплинам, промежуточный контроль знаний в виде электронных тестов, электронная среда (форум).

Условия по прохождению промежуточных аттестаций (электронных тестов) с перечислением количества задаваемых вопросов, времени, отведенного на прохождение, критериев оценки и прочее, размещены в соответствующих разделах на Портале и могут быть разными для разных дисциплин, ввиду различного числа часов, отведенного на изучение дисциплин и важности их освоения.

Для формирования профессиональных компетенций слушатель проходит через этапы освоения учебных материалов, обсуждение изученного с преподавателями через электронную среду Портала и контроль знаний.

Этапы формирования компетенций:

- формирование базы знаний (дистанционные образовательные технологии, учебно-методическая помощь, лекции);
- формирование умений и навыков практического использования знаний (практические занятия);
- проверка усвоения материала (промежуточная и итоговая аттестации)

Учебно-методическая помощь обучающимся оказывается профессорско-преподавательским составом путем размещения в базе данных соответствующего Контента, а также в форме индивидуальных консультаций.

Контактная работа проводится по средствам видеоконференцсвязи или через форум.

Услуга подключения слушателя к используемым при обучении информационно-телекоммуникационным сетям предоставляется в режиме 24 часа в сутки 7 дней в неделю без учета объемов потребляемого трафика, за исключением перерывов для проведения ремонтно-профилактических работ, при обеспечении доступности услуг не менее 99,5% в месяц

#### **Промежуточная аттестация**

При промежуточной аттестации в качестве оценочных материалов используются тестовые задания по дисциплине. Вопросы в тесте 20-40, на каждый вопрос и задание в зависимости от его сложности дается от 1 до 3 минут.

Выборка вопросов теста проводится компьютерной программой автоматически и в произвольном порядке.

Повторно тестирование можно пройти через 2 часа после последней попытки. Количество попыток не ограничено.

В зависимости от набранных баллов слушателям выставляется оценка за зачет: менее 60% верных ответов – «не зачтено», 60% и более верных ответов – «зачтено». Идентификация слушателей проводится по паре логин-пароль, необходимой для входа на учебный портал.

#### **Итоговая аттестация**

Обучение завершается итоговой аттестацией в форме междисциплинарного экзамена (далее – междисциплинарный экзамен).

Слушатели не позднее, чем за 7 дней уведомляются о дате и времени проведения Экзамена, а также о технических требованиях к оборудованию и каналам связи. В назначенное время слушатели получают на электронную почту билет с ссылкой на вебинар. На подготовку ответа дается 1 час. Пользоваться можно всеми материалами курса. После чего слушателя вызывают для ответа перед комиссией. В процессе дачи ответа слушателем комиссией могут быть заданы дополнительные вопросы. Время на подготовку ответов по дополнительным вопросам не предусмотрено.

Оценка «отлично» может быть выставлена, если ответ по билету и на дополнительные вопросы удовлетворяет следующим требованиям:

содержание полностью раскрывает заданные вопросы и отличается высокой степенью

актуальности и новизны;

ответы свидетельствуют о знании автором теоретических концепций по заданным вопросам;

теоретические выводы по вопросам вытекают из содержания ответа, аргументированы, полученные ответы достоверны, высока степень самостоятельности автора, ответы носят творческий характер;

ответы отличает четкая структура, завершенность, логичность изложения.

Оценка «хорошо» может быть выставлена, если ответ по билету и на дополнительные вопросы удовлетворяет следующим требованиям:

содержание ответов актуально, в целом раскрывает заданные вопросы;

ответы свидетельствуют о знании автором основных теоретических концепций по заданным вопросам;

теоретические выводы по вопросам вытекают из содержания ответов, аргументированы, ответы носят самостоятельный характер, однако имеются отдельные недостатки в изложении некоторых вопросов, неточности, спорные положения;

основная суть изложена логично.

Оценка «удовлетворительно» может быть выставлена, если ответ по билету и на дополнительные вопросы удовлетворяет следующим требованиям:

содержание ответов в значительной степени раскрывает заданные вопросы, вместе с тем, отдельные ответы изложены без должного теоретического обоснования;

ответы свидетельствуют о недостаточном знании автором основных теоретических концепций по заданным вопросам;

выводы поверхностны, недостаточно обоснованы и не подкреплены ничем, имеются неточности, спорные положения.

Оценка «не удовлетворительно» может быть выставлена, если ответ по билету и на дополнительные вопросы удовлетворяет следующим требованиям:

содержание ответов не раскрывает заданные вопросы;

слушатель не проявил навыков самостоятельной работы;

в ответах слушатель показывает слабые знания, не отвечает на поставленные вопросы;

неявка слушателя на защиту по неуважительной причине.

Итоговая аттестация проводится комиссией (далее – «Комиссия») в составе не менее 3-х человек путем объективной и независимой оценки качества подготовки слушателей. К итоговой аттестации допускаются слушатели, освоившие учебный план в полном объеме.

Результаты экзамена заносятся в ведомость итоговой аттестации с выставлением оценок. Слушатели, не прошедшие итоговую аттестацию или получившие на итоговой аттестации неудовлетворительные результаты, вправе пройти повторно итоговую аттестацию в сроки, предусмотренные договором.

Апелляции слушателей рассматриваются в течение 10 дней апелляционной комиссией РУТ (МИИТ).

### **ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ**

Промежуточная и итоговая аттестации слушателей проводятся в формах, определенных учебным планом.

Форма итоговой аттестации – междисциплинарный экзамен.

Форма промежуточной аттестации – зачеты (тестирование).

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**  
**Примерные тестовые задания для промежуточной аттестации**

**Дисциплина I**

1. **Боксование колесных пар локомотива есть следствие:**
  - а) уменьшение сцепления в зоне колесо-рельс
  - б) заклинивания колесных пар;
  - в) неисправности тормозов
2. **Какой из агрегатов Э.П.С. ограничивает высокую скорость движения:**
  - а) пантограф;
  - б) тележки;
  - в) тяговые двигатели
3. **С какой целью производится развеска локомотива:**
  - а) для увеличения сцепных свойств локомотива;
  - б) для удобства обслуживания оборудования;
  - в) для соблюдения «классической» компоновки оборудования;
  - г) для уменьшения воздействия на путь.
4. **Отношение максимальной силы тяги к сцепной массе локомотива определяется:**
  - а) коэффициентом сцепления;
  - б) коэффициентом трения;
  - в) тормозным коэффициентом.
5. **При движении поезда по прямому горизонтальному участку пути, на него действует:**
  - а) основное сопротивление;
  - б) дополнительное сопротивление;
  - в) сопротивление при трогании с места.
6. **Графическая зависимость в виде параболы, характеризует следующие зависимости:**
  - а) удельного сопротивления от скорости;
  - б) удельного сопротивления от нагрузки на ось;
  - в) удельного сопротивления от массы состава.
7. **Диаграмма удельных ускоряющих усилий соответствует режиму:**
  - а) тяги;
  - б) холостого хода;
  - в) торможения.
8. **Масса состава рассчитывается на:**
  - а) расчетном подъеме;
  - б) максимальном спуске;
  - в) максимальном подъеме.
9. **Масса состава грузового поезда определяется:**
  - а) на самом трудном элементе профиля пути;
  - б) на самом легком элементе профиля пути;
  - в) на станционном элементе.
10. **Масса состава рассчитывается при:**
  - а) расчетной скорости;
  - б) автоматической скорости;
  - в) конструкционной скорости.
11. **Дополнительное сопротивление движению подвижного состава от уклона численно равно:**
  - а) уклону элемента;
  - б) произведению длина на уклон;

- в) длине элемента.
12. **Дополнительное сопротивление движению от кривизны пути равно:**  
 а) отношению длины кривой к радиусу кривой;  
 б) отношению радиуса кривой к длине кривой;  
 в) произведению радиуса кривой на длину кривой.
13. **В процессе движения поезда по перегону значения скорости изменяются в пределах:**  
 а) от расчетной до допустимой;  
 б) от нуля до конструкционной;  
 в) от автоматической до допустимой.
14. **При увеличении скорости движения локомотива, его сила тяги, согласно тяговой характеристике:**  
 а) уменьшается;  
 б) увеличивается;  
 в) остается неизменной.
15. **Кривая скорости – это графическая зависимость, которая:**  
 а) то возрастает, то убывает;  
 б) постоянно убывает;  
 в) постоянно возрастает.
16. **Какая из ниже перечисленных скоростей определяется по формуле  $v = 60L / (t_1 + t_2)$ , где  $t_1$  и  $t_2$  время в чистом движении поезда по участку:**  
 а) техническая скорость;  
 б) участковая скорость;  
 в) маршрутная скорость.
17. **Кривая времени это графическая зависимость, которая:**  
 а) постоянно возрастает;  
 б) постоянно убывает;  
 в) то возрастает, то убывает.
18. **При определении времени хода грузового поезда по участку методом равномерных скоростей три дополнительные минуты распределяются следующим образом:**  
 а) 2 мин. на разгон, 1 мин. на замедление;  
 б) 1 мин. на разгон, 2 мин. на замедление;  
 в) 1,5 мин. на разгон, 1,5 мин. на замедление.
19. **В основе определения времени хода поезда по участку методом равномерных скоростей лежат следующие допущения:**  
 а) поезд движется равномерно;  
 б) поезд движется равнозамедленно;  
 в) поезд движется равноускоренно.
20. **В режиме тяги на поезд действуют следующие силы:**  
 а) сила тяги и сила сопротивления движению;  
 б) тормозные силы и силы сопротивления движению;  
 в) сила тяги.
21. **Коэффициент сцепления колес с рельсами представляет собой отношение:**  
 а) максимальной силы тяги к сцепной массе локомотива;  
 б) сцепной массы локомотива к максимальной силе тяги;  
 в) максимальной силы тяги к массе состава.

### Дисциплина II:

1. Что называется обрессоренными частями?  
 а) элементы, расположенные выше рессор,

- б) элементы, передающие нагрузки на рельс непосредственно или через другие (неупругие) элементы;
- в) элементы, связанные с рельсами через рессоры.
2. Каково назначение гасителя колебаний?
- а) уменьшать амплитуду колебаний;
- б) смягчать удары при проходе стыков;
- в) выполнять функции рессор при выходе их из строя.
3. Что называется резонансом?
- а) резкое возрастание амплитуд колебаний при совпадении собственной и вынужденной частот;
- б) скорость, при которой экипаж начинает терять устойчивость;
- в) превышение критического скорости движения экипажа.
4. Что называется электрической машиной?
- а) Электромеханический преобразователь, в котором преобразуется механическая энергия в электрическую и наоборот;
- б) Электромагнитное устройство, имеющее две или более индуктивно связанные обмотки и предназначенное для преобразования одной системы переменного тока в другую;
- в) Устройство, предназначенное для электрификации и автоматизации производства
5. Что называется скольжением ротора?
- а) Отставание частоты вращения ротора от частоты вращения магнитного поля статора
- б) Отставание частоты вращения статора от частоты вращения ротора
- в) Скольжение обмотки ротора по обмотке статора
6. Для чего предназначен коллектор в электрических машинах постоянного тока?
- а) для преобразования переменного тока в постоянный (в генераторах) и для автоматического переключения направления тока во вращающихся проводниках якоря (в двигателях).
- б) для обеспечения подвижного контакта обмотки якоря машины с внешней частью электрической цепи
- в) для повышения КПД машины
7. Как соединить обмотку статора трехфазного асинхронного двигателя для работы при номинальном напряжении, если линейное напряжение питающей сети  $U_1 = 380 \text{ В}$ , а на паспорте двигателя указано номинальное напряжение 220/380 В?
- а) Звездой (Y)
- б) Треугольником ( $\Delta$ )
- в) Безразлично, Y или  $\Delta$

8. Как производится регулирование реактивной мощности, отдаваемой синхронным генератором в сеть бесконечно большой мощности?
- изменением момента, подводимого к синхронному генератору со стороны первичного двигателя
  - изменением тока в обмотке возбуждения синхронного генератора
  - изменением активного сопротивления в цепи обмотки якоря
  - изменением частоты питания синхронного генератора
9. Рабочий объем цилиндра это:
- произведение сечения цилиндра на длину рабочего хода поршня от НМТ до ВМТ
  - объем над поршнем при его положении в НМТ
  - объем над поршнем при его положении в ВМТ
10. Что такое такт рабочего цикла:
- сгорание;
  - впуск;
  - сжатие;
  - выпуск;
11. В дизельном двигателе сжимается:
- воздух;
  - горючая смесь;
  - рабочая смесь.
12. Какую роль играют упругие элементы рессорного подвешивания?
- снижают частоту колебаний подрессорного строения локомотива
  - сглаживают ударные нагрузки от пути
  - повышают тяговые свойства локомотива
13. На каких тепловозах применяют более высокое передаточное число тягового редуктора?
- на горочных и маневровых тепловозах
  - на пассажирских тепловозах
  - на грузовых тепловозах
14. Крип и его влияние на сцепление колес с рельсом
- повышает коэффициент сцепления
  - повышает динамическое воздействие на путь
  - способствует возникновению боксования
15. Какую информацию несет колесная формула локомотива?
- сведения о формировании ходовой части локомотива
  - габаритные показатели локомотива
  - весовые характеристики локомотива
16. Вспомогательное оборудование тепловоза:
- обеспечивает бесперебойную подачу топлива и воздуха в дизель, смазывание трущихся частей, охлаждение нагреваемых

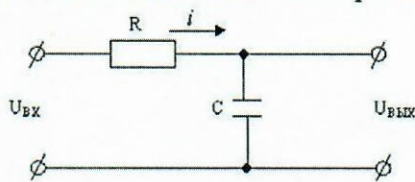
- узлов  
 б) обеспечивает управление системами тепловоза при поездной и маневровой работе  
 в) обеспечивает безопасность движения поезда
17. Тяговая характеристика тепловоза представляет собой кривую, имеющую форму:  
 а) гиперболы  
 б) параболы  
 в) синусоиды
18. Система регулирования напряжения на ТЭД электровоза  
 а) импульсная  
 б) широтно-импульсная  
 в) частотно-импульсная
19. Тяговая характеристика электровоза представляет собой кривую, имеющую форму  
 а) параболы  
 б) гиперболы  
 в) синусоиды
20. Чем определяется необходимое количество колесных пар у локомотива  
 а) массой локомотива и допустимой нагрузкой от колесной пары на рельсы  
 б) числом колесно-моторных блоков  
 в) числом тележек
21. Чем не отличается челюстная букса от поводковой (бесчелюстной)  
 а) положением относительно рамы  
 б) весом  
 в) размерами
22. К какому виду упругих элементов относятся поводковые устройства  
 а) резиновому  
 б) стальному  
 в) пневматическому
23. Основной недостаток рамно-осевого подвешивания ТЭД  
 а) повышенное воздействие на путь  
 б) сложность конструкции  
 в) высокая стоимость
24. Чем регулируется изменение сил нажатия колесных пар на рельсы в эксплуатации  
 а) догружающими устройствами  
 б) положением тяговых электродвигателей  
 в) системой упругого подвешивания
25. Основной недостаток электрической тяги на постоянном токе:  
 а) большие потери электроэнергии  
 б) сложная конструкция электровоза  
 в) низкий к.п.д. электровоза

### Дисциплина III:

1. Что является целью управления в системе автоматического регулирования?  
 а) изменение регулируемой переменной по заранее известному закону;  
 б) поддержание регулируемой переменной на заданном уровне;  
 в) изменение регулируемой переменной по заранее неизвестному закону;  
 г) обеспечение стремления регулируемой переменной к нулю при  $t \rightarrow \infty$ .
2. Что является целью управления в системе программного управления?  
 а) изменение регулируемой переменной по заранее известному закону;  
 б) поддержание регулируемой переменной на заданном уровне;

- в) изменение регулируемой переменной по заранее неизвестному закону;  
 г) обеспечение стремления регулируемой переменной к нулю при  $t \rightarrow \infty$ .
3. Что является целью управления в следящей системе?  
 а) изменение регулируемой переменной по заранее известному закону;  
 б) поддержание регулируемой переменной на заданном уровне;  
 в) изменение регулируемой переменной по заранее неизвестному закону;  
 г) обеспечение стремления регулируемой переменной к нулю при  $t \rightarrow \infty$ .
4. Что такое переходная функция?  
 а) реакция системы на гармоническое входное воздействие;  
 б) реакция системы на единичное ступенчатое воздействие;  
 в) реакция системы на импульсное воздействие;  
 г) реакция системы на линейно растущий сигнал.
5. Что такое весовая функция?  
 а) реакция системы на гармоническое входное воздействие;  
 б) реакция системы на единичное ступенчатое воздействие;  
 в) реакция системы на импульсное воздействие;  
 г) реакция системы на линейно растущий сигнал.
6. Что такое ЛЧХ?  
 а) линейная частотная характеристика;  
 б) логарифмическая частотная характеристика;  
 в) логарифмическая частная характеристика;  
 г) линейная частная характеристика.
7. Что такое АФЧХ?  
 а) амплитудно-фазовая частотная характеристика;  
 б) аналогово-фазовая чувствительная характеристика;  
 в) амплитудно-фиктивная частотная характеристика;  
 г) амплитудно-фазовая частная характеристика.
8. Где расположены корни характеристического полинома для устойчивой непрерывной САУ?  
 а) в левой полуплоскости комплексной плоскости;  
 б) на мнимой оси;  
 в) в правой полуплоскости комплексной плоскости;  
 г) в 1-ой и 2-ой четвертях.
9. Для устойчивой системы необходимо, чтобы:  
 а) свободный коэффициент характеристического полинома был равен нулю;  
 б) все коэффициенты характеристического полинома строго отрицательны;  
 в) количество положительных и отрицательных коэффициентов этого полинома одинаково;  
 г) все коэффициенты характеристического полинома строго положительны.
10. В соответствии с критерием Гурвица система асимптотически устойчива, если:  
 а) количество положительных и отрицательных миноров матрицы Гурвица одинаково;  
 б) определитель матрицы Гурвица отрицательный;  
 в) при  $a_0 > 0$  все главные миноры матрицы Гурвица положительны;  
 г) при  $a_0 > 0$  все главные миноры матрицы Гурвица отрицательны.
11. В соответствии с критерием Михайлова в устойчивой системе годограф Михайлова при  $\omega = 0$  начинается:  
 а) на вещественной положительной полуоси;  
 б) в начале координат;  
 в) на вещественной отрицательной полуоси;  
 г) на мнимой положительной полуоси.

12. В соответствии с критерием Михайлова в устойчивой системе годограф Михайлова проходит:
- $n$  квадрантов, где  $n$  – порядок системы;
  - $(n-1)$  квадрантов, где  $n$  – порядок системы;
  - $(n+1)$  квадрантов, где  $n$  – порядок системы;
  - $m$  квадрантов, где  $m$  – число входных сигналов.
13. Для определения устойчивости с помощью критерия Найквиста критической точкой является:
- начало координат  $(0,0)$ ;
  - точка с координатами  $(1,j0)$ ;
  - точка с координатами  $(-1,j0)$ ;
  - точка с координатами  $(0,-j)$ .
14. Для устойчивости замкнутой системы по критерию Найквиста необходимо и достаточно, чтобы АФЧХ устойчивой разомкнутой системы:
- не охватывала точку с координатами  $(-1,j0)$ ;
  - проходила через точку  $(1,j0)$ ;
  - охватывала точку с координатами  $(-1,j0)$ ;
  - не охватывала начало координат.
15. Передаточная функция звена  $W(p)$  – это отношение:
- выходной величины к входной;
  - входной величины к выходной;
  - входного сигнала к сигналу рассогласования;
  - сигнала рассогласования к сигналу задания.
16. Комплексная частотная функция звена получается путем замены в выражении передаточной функции  $W(p)$ :
- $p$  на  $j \cdot \omega$ ;
  - $p$  на  $j$ ;
  - $p$  на  $t$ ;
  - $p$  на  $\omega t$ .
17. Передаточная функция какого динамического звена имеет вид  $W(p)=k$ ?
- безинерционного;
  - запаздывающего;
  - дифференцирующего;
  - интегрирующего;
  - инерционного.
18. Какое типовое звено электрического элемента автоматики представлено на схеме?



19. Что такое АФЧХ?
- амплитудно-фазовая частотная характеристика;
  - аналогово-фазовая чувствительная характеристика;
  - амплитудно-фиктивная частотная характеристика;
  - амплитудно-фазовая частная характеристика

**Дисциплина IV:**

1. Какие опасности относятся к техногенным?

- а) наводнение
- б) производственные аварии в больших масштабах
- в) загрязнение воздуха
- г) природные катаклизмы

2. Опасными называются факторы

- а) способные вызывать острое нарушение здоровья и гибель организма
- б) способные вызывать острое нарушение здоровья
- в) способные вызывать гибель организма
- г) отрицательно влияющие на работоспособность или вызывающие профессиональные заболевания

3. Критерии комфортности

- а) параметры нормальной среды обитания человека
- б) возможность жизнедеятельности человека
- в) санитарные нормы для производственной деятельности
- г) естественная среда обитания человека

4. Относительно безопасным для человека в сырых помещениях принято считать напряжение:

- а) до 12 В
- б) до 220 В
- в) до 36 В
- г) до 50 В

5. Смертельно опасным может быть электрический ток:

- а) более 0,05 А в течение 0,1 секунды
- б) более 0,01 А в течение 0,1 секунды
- в) более 0,5 А в течение 0,1 секунды
- г) более 0,1 А в течение 0,1 секунды

6. Совокупность обстоятельств, возникающих в результате аварий, катастроф, стихийных бедствий, диверсий или иных факторов, когда происходит резкое отклонение протекающих явлений и процессов от нормальных:

- а) Чрезвычайная ситуация
- б) Жизнедеятельность
- в) Среда обитания
- г) Техносфера

7. Что называется тактом поточной линии:

- а) выпуск продукции в единицу времени;
- б) время перехода с позиции на позицию;
- в) выпуск продукции за одну рабочую смену.

Что называется нормой времени:

- а) количество изделий, выпускаемых в единицу времени;
- б) время рабочей смены;
- в) время, затраченное на выпуск единицы продукции.

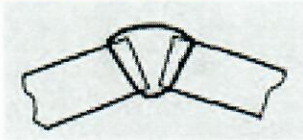
8. Как рассчитывается производительность труда на ремонтных заводах:

- а) отношение годовой программы всех цехов к их рабочему контингенту;
- б) отношение годовой программы к площадям цехов;
- в) отношение годовой программы к годовому фонду времени.

9. Что является основой эксплуатационной работы на железных дорогах:

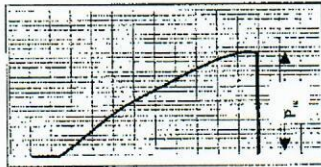
- а) план перевозок грузов
- б) план работы подвижного состава
- в) график движения поездов

10. На эскизе показано:



- а) стыковое сварное соединение;
- б) угловое сварное соединение;
- в) тавровое сварное соединение.

11. На диаграмме запрессовки колеса на ось, показанной на рисунке, символ  $R_{зк}$  обозначает:



- а) величину конечного усилия прессы;
- б) рабочий ход прессы;
- в) величину начального усилия прессы.

12. Укажите количество рабочих, занятых на выполнении операции.

		01001.00020		10	1							
ВчД-07	106.01.000-СБ			2407	10001.00003							
Автосцепка СА-3												
В	цех	уч	РМ	Опер	Код, наименование операции							
Г	Обозначение документа											
Д	Код, наименование оборудования											
Е	СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тге	Тшт	
ЛМ	Наименование детали, сб. единицы или материала											
НМ	Обозначение, код		ОПП		ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх				
В01	КПА 01 005		Слесарная									
Г02	2407.20001.00001, ИОТ-1											
Д03	стенд Т 1119 ПКБ ЦВ											
Е04	8281	4	11	1	1	1						1,12
О05	Разобрать автосцепку											
Т06	Ключ 7811-0023 ГОСТ 2839-80. Зубило 2810-0154 ГОСТ 7211-86											
07	Молоток 7850-0118 ГОСТ 2310-77											
08												

- а) 1;
- б) 4;
- в) 11;
- г) количество рабочих не указано.

13. Изнашивание – это процесс, в результате которого:

- а) процесс разрушения и отделения материала с поверхности твердого тела и (или) накопления его остаточной деформации при трении, проявляющийся в постепенном изменении размеров и (или) формы тела;
- б) изменяются физико-механические свойства материала деталей (структура и пространственная форма молекулярных решеток);
- в) накапливается остаточная деформация от взаимодействия деталей;
- г) происходит разрушение и удаление материала с поверхностей деталей.

14. Может ли объект быть неисправным, но работоспособным?

- а) да, может;
- б) нет, не может;
- в) может, если неисправность легко

устраняема;

г) не может однозначно, если неисправность серьезна.

15. Надежность машины это:

а) свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя свои эксплуатационные показатели в заданных пределах в течение требуемого промежутка времени или требуемой наработки;

б) долговечность;

в) высокие технико-эксплуатационные показатели;

г) сохраняемость.

16. Величина зарядного давления в тормозной магистрали хвостового вагона при длине состава до 200 осей при зарядном давлении в магистрали на локомотиве грузового поезда 5,3 - 5,5 кгс/см<sup>2</sup>?

а) Не менее 5,0 кгс / см<sup>2</sup>;

б) Не менее 4,8 кгс / см<sup>2</sup>;

в) Не менее 4,5 кгс / см<sup>2</sup>.

17. Хвост пассажирского поезда ограждается:

а) Три красных огня;

б) Два красных огня;

в) Один красный огонь.

18. При каком расстоянии между автосцепками расцепленных вагонов разрешается проходить?

а) Не менее 10 м;

б) Не менее 8 м;

в) Не менее 5 м.

19. Какой инструктаж по охране труда получает работник при приеме на работу?

а) Вводный;

б) Внеплановый;

в) Первичный;

г) Целевой.

20. По роду работы локомотивы подразделяют:

а) на грузовые, пассажирские и маневровые;

б) на современные и устаревшие;

в) на односекционные и двухсекционные;

21. Локомотивное депо – это

а) структурная единица локомотивного хозяйства для выполнения текущего ремонта, технического обслуживания и экипировки локомотивов

б) пункт экипировки локомотивов

в) пункт технического обслуживания локомотивов

22. Автоматическая локомотивная сигнализация служит:

а) для постоянной передачи на локомотив (по рельсовым цепям) показаний путевого светофора, к которому приближается поезд

б) для увеличения скорости локомотива

в) для охраны локомотива

23. Маневровой работой на станциях называется:

- а) работа, связанная с передвижением при расформировании и формировании составов, подаче вагонов к местам погрузки-выгрузки, подаче поездных локомотивов к составам
- б) перевод локомотива с одного главного пути на другой
- в) техническое обслуживание локомотивов

24. Управление тормозами осуществляется машинистом

- а) с помощью крана, находящегося в кабине локомотива
- б) с помощью пульта
- в) с помощью бортового компьютера

#### Дисциплина V:

1. Идеальной жидкостью называется

- а) жидкость, в которой отсутствует внутреннее трение;
- б) жидкость, подходящая для применения;
- в) жидкость, способная сжиматься;
- г) жидкость, существующая только в определенных условиях.

2. Вязкость жидкости при увеличении температуры

- а) уменьшается;
- б) увеличивается;
- в) остается неизменной;
- г) сначала уменьшается, а затем остается постоянной.

3. Ламинарный режим движения жидкости это

- а) режим, при котором жидкость сохраняет определенный строй своих частиц;
- б) режим, при котором частицы жидкости в трубопроводе перемещаются бессистемно;
- в) режим, при котором частицы жидкости перемещаются бессистемно только у стенок трубопровода;
- г) режим, при котором частицы жидкости двигаются послойно только у стенок трубопровода.

4. При каком режиме движения жидкости в трубопроводе наблюдается пульсация скоростей и давлений в трубопроводе?

- а) при турбулентном;
- б) при скоростном;
- в) при ламинарном;
- г) при отсутствии движения жидкости.

5. Резкое повышение давления, возникающее в напорном трубопроводе при внезапном торможении рабочей жидкости называется

- а) гидравлическим ударом;
- б) гидравлическим напором;
- в) гидравлическим скачком;
- г) гидравлический прыжок.

6. Гидропередача – это

- а) система, основное назначение которой

является передача механической энергии от двигателя к исполнительному органу посредством рабочей жидкости;

б) система трубопроводов, по которым движется жидкость от одного гидроэлемента к другому;

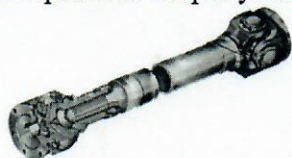
в) механическая передача, работающая посредством действия на нее энергии движущейся жидкости;

г) передача, в которой жидкость под действием перепада давлений на входе и выходе гидроаппарата, сообщает его выходному звену движение.

7. Мощность, которая передается от приводного двигателя к валу насоса называется

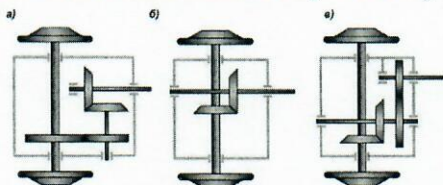
- а) подведенная мощность;
- б) полезная мощность;
- в) гидравлическая мощность;
- г) механическая мощность.

8. Что изображено на рисунке?



- а) карданный вал;
- б) приводной вал;
- в) раздаточный вал;
- г) вал отбора мощности.

9. Укажите кинематическую схему конико-цилиндрического редуктора

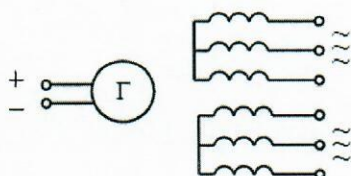


- а);
- б);
- в);

10. Система автоматического регулирования предназначена для:

- а) переключения ступеней скорости в заданных точках тяговой характеристики;
- б) создания кинематической связи между входным и выходным валом;
- в) передачи и преобразования крутящего момента;

11. Обозначение какой электрической машины показано на рисунке?



- а) синхронный генератор
- б) асинхронный двигатель
- в) вентильный двигатель
- г) электрическая машина постоянного тока
- д) асинхронный генератор

12. Какое возбуждение имеет электрическая машина?

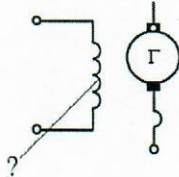


- а) последовательное (серийное)
- б) независимое
- в) смешанное
- г) параллельное
- д) не имеет возбуждения

13. В какой из перечисленных электрических машин полностью отсутствуют щетки, коллектор, контактные кольца?

- а) асинхронная с короткозамкнутым ротором
- б) постоянного тока с последовательным возбуждением
- в) синхронная
- г) асинхронная с фазным ротором
- д) вентильная

14. Укажите правильное название обмотки



- а) обмотка возбуждения (главных полюсов)
- б) обмотка добавочных полюсов
- в) обмотка якоря
- г) компенсационная
- д) трансформаторная

15. Как будет изменяться напряжение генератора постоянного тока с независимым возбуждением при плавном снижении напряжения возбуждения?

- а) будет уменьшаться плавно
- б) будет увеличиваться плавно
- в) останется неизменным
- г) по синусоидальному закону
- д) резко достигнет критического максимального значения

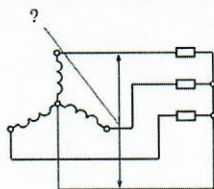
16. Как будет изменяться скорость вращения вала двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением при плавном уменьшении напряжения на его зажимах?

- а) будет уменьшаться плавно
- б) будет увеличиваться плавно
- в) останется неизменным
- г) по синусоидальному закону
- д) резко достигнет критического максимального значения

17. Как будет изменяться напряжение синхронного генератора при плавном уменьшении напряжения возбуждения?

- а) будет уменьшаться плавно
- б) будет увеличиваться плавно
- в) останется неизменным
- г) по синусоидальному закону
- д) резко достигнет критического максимального значения

18. Назовите правильно напряжение между линейным и нулевым проводами



- а) фазное
- б) напряжение на нагрузке
- в) линейное
- г) трехфазное
- д) напряжение сети

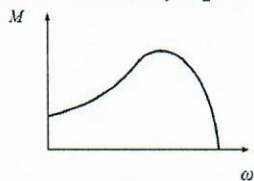
19. В формуле определения скорости вращения ротора асинхронного двигателя

$$n = (1 - s) \frac{60f}{2p}$$

величина  $s$  представляет собой

- а) скольжение
- б) торможение
- в) замедление

- г) ускорение  
д) отставание
20. Какое название имеет механическая характеристика асинхронного двигателя - зависимость между вращающим моментом на валу и скоростью вращения ротора?



- а) жесткая  
б) крутопадающая  
в) мягкая  
г) гиперболическая  
д) параболическая

## Дисциплина VI

- Что такое «декларирование соответствия»?
  - форма подтверждения соответствия продукции требованиям технических регламентов
  - совокупность оценки технико-экономических показателей продукции требованиям технических условий
  - Документирование конструктивно-правовых особенностей продукции
- Как называется документ, удостоверяющий соответствие объектов требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров?
  - сертификат соответствия
  - патент
  - стандарт
  - декларация
- Как называется (в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании») официальное признание органом по аккредитации компетентности физического или юридического лица выполняющие работы в определенной области оценки соответствия?
  - аккредитация
  - патентование
  - декларирование
  - декларация
- Как называется (в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании») обозначение, служащее для информирования приобретателей о соответствии выпускаемой в обращение продукции требованиям технических регламентов?
  - знак обращения на рынке
  - товарная марка
  - бренд
  - знак качества
- Укажите цель метрологии
  - обеспечение единства измерений с необходимой и требуемой, точностью
  - разработка и совершенствование средств и методов измерений повышения их точности
  - совершенствование эталонов единиц измерения для повышения их точности
  - усовершенствование способов передачи единиц измерений от эталона к измеряемому объекту

6. Как называется качественная характеристика физической величины
- а) размерность
  - б) величина
  - в) единица физической величины
  - г) значение физической величины
7. Как называется количественная характеристика физической величины
- а) размер
  - б) величина
  - в) единица физической величины
  - г) значение физической величины
8. Как называется совокупность операций, выполняемых для определения количественного значения величины
- а) измерение
  - б) калибровка
  - в) поверка
9. Как называются технические средства, предназначенные для воспроизведения, хранения и передачи единицы величины
- а) эталоны
  - б) стандартные образцы материалов и веществ
  - в) измерительные преобразователи
  - г) вещественные меры
10. К бракам в работе относятся
- а) падение на путь деталей подвижного состава
  - б) излом оси, осевой шейки или колеса
  - в) прием поезда на занятый путь
  - г) повреждены локомотивы или вагоны до степени исключения их из инвентаря
11. Накопленная энергия поезда при его торможении гасится
- а) за счёт создания искусственных и регулируемых сил сопротивления движению
  - б) полным выключением тяги
  - в) частичным выключением тяги
12. Тормозом безопасности на жел. дор. транспорте является
- а) фрикционный
  - б) электродинамический
  - в) магниторельсовый
13. Какие тормоза пополняют утечки сжатого воздуха при торможении
- а) неистошимые
  - б) нежесткие
  - в) электродинамические
14. Величина тормозной силы при торможении ограничивается
- а) силой сцепления колес с рельсами
  - б) величиной давления в ТЦ
  - в) величиной давления в ТМ
15. Пневматическая часть тормозной системы предназначена для
- а) использования сжатого воздуха в качестве рабочего тела
  - б) использования силы трения тормозных колодок
  - в) создания аэродинамического

- сопротивления движению
16. Величина выхода штока тормозной передачи зависит от
- а) свободного зазора между колодкой и колесом и упругих деформаций
  - б) упругих деформаций элементов ТРП
  - в) величины сжатия пружины ТЦ
17. Для чего предназначен электропневматический клапан автостопа (ЭПК)
- а) для контроля бдительности машиниста во время поездки
  - б) для контроля давления в КВВ
  - в) для контроля давления в ТМ
18. Кто проводит оценку уязвимости
- а) специализированная аккредитованная организация
  - б) Министерство транспорта РФ
  - в) Федеральный орган исполнительной власти
19. Кто утверждает планы по обеспечению транспортной безопасности
- а) Компетентные органы в области обеспечения транспортной безопасности
  - б) Федеральный орган исполнительной власти
  - в) Правительство РФ
20. Дайте определение понятию «уровень безопасности»:
- а) степень защищенности транспортного комплекса, соответствующая степени угрозы совершения акта незаконного вмешательства;
  - б) степень защищенности транспортного комплекса, соответствующая угрозам совершения акта незаконного вмешательства;
  - в) уровень защищенности транспортного комплекса, соответствующая степени угрозы совершения акта незаконного вмешательства
21. Цель обеспечения транспортной безопасности это
- а) устойчивое и безопасное функционирование транспортного комплекса, защита интересов личности, общества и государства в сфере транспортного комплекса от актов незаконного вмешательства;
  - б) устойчивое и безопасное функционирование транспортного комплекса, защита интересов личности, общества и государства в сфере железнодорожного транспорта от актов незаконного вмешательства;
  - в) устойчивое функционирование транспортного комплекса, защита интересов личности, общества и государства в сфере транспортного комплекса от актов незаконного вмешательства

## Перечень вопросов для подготовки к итоговой аттестации:

### Дисциплина I

1. Уравнение движения поезда. Его вывод и анализ.
2. Определение массы поезда.
3. Сущность и характеристики рекуперативного торможения.
4. Сущность реостатного электрического торможения.
5. Сущность и классификация систем торможения (механическое и электрическое торможение поездов).
6. Тормозные силы поезда при механическом торможении.
7. Коэффициент сцепления. Факторы, влияющие на его величину.
8. Силы сопротивления движению поезда, их сущность. Общие формулы.
9. Системы рекуперативного торможения. Расчетные формулы и характеристики.
10. Методы решения уравнения движения поезда.
11. Рекуперативное торможение электроподвижного состава. Расчетные формулы и характеристики.
12. Торможение поезда и решение тормозных задач.
13. Силы, действующие на поезд и их расчет.
14. Расчетный тормозной коэффициент поезда. Ограничение скорости движения поезда по тормозам.
15. Влияние уровня напряжения в контактной сети на работу ЭПС.
16. Удельные ускоряющие силы при тяговом режиме. Диаграмма удельных сил.
17. Расчет скоростной характеристики при включении ступени ослабления возбуждения.
18. Сущность рекуперативного торможения электроподвижного состава и его характеристики.
19. Кривые скорости движения поезда в функции пути и теоретическое обоснование их построения.
20. Сила тяги электровоза и ее ограничение по сцеплению колес с рельсами.
21. Определение коэффициента пусковых потерь «Кп».
22. Ограничение электромеханических и тяговых характеристик по максимальному значению тока тяговых двигателей.
23. Анализ изменения скорости движения при включении ступени ослабления возбуждения.
24. Аналитический метод интегрирования уравнения движения поезда.
25. Скоростные, электротяговые и тяговые характеристики. Их расчет и построение.
26. Влияние скачкообразного изменения напряжения в контактной сети на скорость движения поезда.
27. Сравнение характеристик тяговых двигателей последовательного и независимого возбуждения.
28. Расчет и построение скоростных характеристик при ослаблении возбуждения тяговых двигателей.
29. Понятие расчётного подъёма.
30. Ограничение тяговых характеристик по току тяговых двигателей.

### Дисциплина II

1. Устройство и принцип действия гидродинамической передачи мощности.
2. Устройство и принцип действия гидростатической передачи мощности.
3. Требования предъявляемые к передаче мощности.
4. Рабочие жидкости гидродинамических передач мощности.
5. Устройство и принцип действия гидромуфты. Основные уравнения. Универсальная и тяговая характеристики гидромуфты.
6. Устройство и принцип действия гидротрансформатора. Основные уравнения.

### Классификация гидротрансформаторов.

7. Комплексный гидротрансформатор. Назначение, устройство и принцип действия.
8. Механизмы свободного хода комплексных гидротрансформаторов. Устройство и принцип действия роликового и сухарикового механизмов свободного хода.
9. Гидродинамические передачи мощности. Основные определения и классификация.
10. Одно и двухциркуляционные гидродинамические передачи мощности. Схемы и тяговые характеристики.
11. Трехциркуляционные гидродинамические передачи мощности. Возможные схемы и их тяговые характеристики.
12. Классификация гидромеханических передач мощности. Схемы гидромеханических передач с одним гидротрансформатором.
13. Устройство и принцип действия гидромеханической передачи с двумя гидротрансформаторами.
14. Однопоточная гидромеханическая передача.
15. Краткая техническая характеристика, устройство и принцип действия (по кинематической схеме) универсальной гидропередачи УГП750-1200.
16. Системы автоматического регулирования гидропередач. Основные определения. Достоинства и недостатки различных систем.
17. Гидравлическая САР. Устройство и принцип действия.
18. Электродинамическая САР. Устройство и принцип действия.
19. Карданные валы.
20. Осевые редуктора. Построение универсальной характеристики гидротрансформатора.
21. Построение универсальной характеристики гидромурфты.

### Дисциплина III

1. Передаточная функция замкнутой системы по входному воздействию, временная характеристика.
2. Статическое регулирование, характеристики и статизм регулирования.
3. Критерий устойчивости Гурвица. Привести пример.
4. Функциональная схема системы автоматического управления, назначение элементов.
5. Пример астатического регулятора и его характеристики.
6. Критерий устойчивости Рауса. Привести пример.
7. Общее представление о прямом и обратном преобразованиях Лапласа.
8. Представление передаточных функций системы в операторной форме.
9. Основное условие устойчивости систем автоматического управления. Виды переходных процессов в устойчивой и неустойчивой системах.
10. Статическое и астатическое регулирование. Основное их отличие.
11. Алгебраические критерии устойчивости и в чём заключается их смысл (привести пример).
12. Понятие о логарифмической амплитудно-частотной характеристике звена или системы (ЛАЧХ).
13. Понятие о логарифмической фазочастотной характеристике звена или системы (ЛФЧХ).
14. Основные определения и понятия о нелинейных системах.
15. Усилительное звено и его характеристики.
16. Астатические системы регулирования. Привести пример.
17. Методика построения логарифмических характеристик звена или системы.
18. Функциональная схема системы автоматического управления, и её основные элементы.
19. Основные типовые динамические звенья систем регулирования.
20. Классификация и основные функции систем автоматического управления.
21. Функциональная схема и основные элементы автоматического регулятора.
22. Преобразование Лапласа в применении к теории автоматического регулирования.

23. Безынерционное звено и его характеристики
24. Автоматический регулятор, понятие, определение и основные элементы.
25. Инерционное звено и его характеристики.
26. Основные способы включения звеньев в системах управления. Привести схемы включения.
27. Что называют системой автоматического регулирования (структурная схема и элементы)
28. Колебательное звено и его характеристики.
29. Методы преобразования структурных схем систем автоматического управления. Параллельное соединение звеньев.
30. Интегрирующее звено и его характеристики.
31. Последовательное включение звеньев (одноконтурная разомкнутая система).
32. Логарифмический критерий устойчивости САУ.
33. Функциональная схема автоматического регулятора и назначение его элементов.
34. Дифференцирующее звено и его характеристики.
35. Параллельное, согласное включение звеньев системы. Привести пример.

#### **Дисциплина IV**

1. Классификация ЛЭУ.
2. Конструкция и рабочий цикл ЛЭУ паровоза.
3. Конструкция ЛЭУ тепловоза. Рабочий цикл четырехтактного дизеля. Рабочий цикл двухтактного дизеля.
4. Конструкция и рабочий процесс ЛЭУ газотурбовоза.
5. Требования, предъявляемые к ЛЭУ.
6. Конструкция, принцип работы машины постоянного тока.
7. Обмотки якоря машин постоянного тока.
8. Реакция якоря в машин постоянного тока.
9. Коммутация в машинах постоянного тока.
10. Конструкция и принцип работы трансформатора.
11. Трехфазный трансформатор. Группы соединения обмоток трехфазного трансформатора.
12. Конструкция и принцип работы асинхронной машины.
13. Принцип создания вращающегося магнитного поля в асинхронной машине.
14. Конструкция и принцип работы синхронной машины.
15. Электромагнитный момент, угловая характеристика синхронной машины.
16. Реакция якоря в синхронной машине.
17. Общие сведения об электрических цепях и элементах цепей.
18. Виды магнитных устройств, применяемых на тепловозах.
19. Электрические схемы локомотивов.
20. Условные обозначения и предварительные сведения о структуре электрических цепей локомотивов.
21. Виды сигналов – дискретные и аналоговые.
22. Уровни сигналов в электрических цепях локомотивов.
23. Основные элементы локомотивных электрических схем.
24. Выпрямители.
25. Виды выпрямительных схем, применение на локомотиве.
26. Способы диагностики электрических цепей.

#### **Дисциплина V**

1. Опасные, вредные и травмирующие факторы.
2. Риск, численный анализ риска.
3. Безопасность техносферы, критерии и показатели комфортности.
4. Проектирование техносферы по условиям безопасности жизнедеятельности.

5. Пути повышения эффективности трудовой деятельности человека.
6. Физиологическое действие метеорологических условий на человека.
7. Основные светотехнические характеристики.
8. Системы и виды производственного освещения.
9. Источники шума на ж/д транспорте. Характеристики звукового поля.
10. Меры борьбы с шумом. Звукоизоляция, звукопоглощение. Расчетные формулы, технические решения при применении средств в защите от шума.
11. Действие вибрации на организм человека; физические основы вибрации; методы и средства борьбы с вибрацией. Нормирование вибрации.
12. Действие электрического тока на организм человека. Факторы, влияющие на величину электрического сопротивления тела человека (привести схему по пути рука-рука).
13. Классификация производственных помещений по степени поражения током.
14. Показатели пожаровзрывоопасности, газо-, паро-, пылевоздушных смесей.
15. Классификация производств по пожарной безопасности.
16. Средства и методы тушения пожаров. Автоматические огнегасительные установки.
17. Локомотивное хозяйство, его структура и состав.
18. Показатели использования локомотивов.
19. Способы обслуживания локомотивов бригадами.
20. Техническое обслуживание локомотивов.
21. Текущий ремонт локомотивов.
22. Планово-предупредительная система ремонта локомотивов.
23. Экипировка локомотивов.
24. Укажите общие требования к АРМ
25. Перечислите технические средства АРМ
26. Что понимают под информационно-методическим обеспечением АРМ
27. Классификация нарушений безопасности движения поездов и маневровой работы.
28. Значение ПТЭ, инструкций по движению поездов и маневровой работы, инструкции по сигнализации в обеспечении безопасности движения на железных дорогах РФ.
29. Габариты на железнодорожном транспорте. Обеспечение безопасности движения при перевозке негабаритных грузов.
30. Сертификация — неотъемлемая часть Государственной программы безопасности движения на железнодорожном транспорте РФ.
31. Основные базовые принципы построения системы управления безопасностью движения на железнодорожном транспорте, предусмотренные стандартом ГОСТ Р ИСО 9000.
32. Основные составляющие, характеризующие качество перевозочного процесса, в соответствии с требованиями стандарта (ГОСТ ИСО 9000-2001), по управлению качеством перевозок.
33. Что понимают под системой диагностирования?
34. Виды средств диагностирования.
35. Основные методы диагностирования локомотивов.
36. Основные задачи технического диагностирования.

#### **Дисциплина VI**

1. Единая транспортная система. Роль железнодорожного транспорта в ЕТС.
2. Факторы, влияющие на транспортную безопасность.
3. Транспортный процесс и его элементы.
4. Система мониторинга грузов на железнодорожном транспорте.
5. Использование технологий ГЛОНАСС для повышения безопасности транспортной инфраструктуры Российской Федерации.
6. Как классифицируются технические средства производственной автоматизации.
7. Структурные подразделения, функции и задачи Департамента безопасности движения и

экологии компаний железнодорожной отрасли.

8. Дать квалификационные характеристики нарушений безопасности движения в поездной и маневровой работе.
9. Функции начальников железной дороги при организации служебного расследования схода подвижного состава.
10. Функции начальников отделений при организации служебного расследования схода подвижного состава.
11. Порядок оформления и разбора результатов служебного расследования крушений и аварий.
12. Порядок служебного расследования, оформления результатов и разбора случаев брака в поездной и маневровой работе.
13. Цель и задачи анализа состояния транспортной безопасности на объекте транспортной инфраструктуры.
14. Документы, регламентирующие перевозки опасных грузов по железным дорогам.
15. Документальное оформление перевозок опасных грузов.
16. Перевозка опасных грузов в крытых вагонах и контейнерах. Тара, упаковка и маркировка опасных грузов. Требования к вагонам и контейнерам. Размещение опасных грузов при перевозке.
17. Технологические операции с опасными грузами на станциях погрузки, выгрузки и в пути следования.
18. Правила перевозок грузов наливом в вагонах-цистернах, контейнерах-цистернах и вагонах юнкерного типа для нефтебитума.
19. Специальные условия перевозок отдельных классов опасных грузов.
20. Аварийная карточка. Особенности разработки аварийной карточки.
21. Условия противопожарной безопасности при перевозке опасных грузов. Техника безопасности при приеме, погрузочно-разгрузочных работах, транспортировке и выдаче опасных грузов.
22. Правовые и нормативно-технические основы обеспечения безопасности жизнедеятельности.
23. Управление охраной окружающей природной среды.
24. Управление охраной труда.
25. Управление ЧС.
26. Экологическая экспертиза.
27. Международное сотрудничество России по вопросам безопасности жизнедеятельности.
28. Индивидуальные средства защиты от опасных и вредных производственных факторов.

## Перечень задач итоговой аттестации

## Дисциплина I

## Определение массы поезда и количества вагонов в составе в зависимости от крутизны расчетного подъема

## Исходные данные

Наименование данных	Вариант (последняя цифра в списке)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Локомотив	Электровоз ВЛ10	Электровоз ВЛ80 <sup>Р</sup>	Тепловоз 2М62	Тепловоз 2ТЭ116	Тепловоз 3ТЭ10М	Тепловоз 2ТЭ10М	Электровоз ВЛ60к	Тепловоз 2ТЭ10М	Электровоз ВЛ11	Электровоз ВЛ8
Состав поезда из четырехосных вагонов на подшипниках качения										
Масса вагона брутто, $q_4$ , т	88									
Расчетный подъем, ‰	9	8	10	7	8	9	10	8	9	7
Расчетная сила тяги, $F_{кр}$ , Н	451250	502300	400300	496400	744000	496400	361000	496400	476900	456150
Расчетная скорость, $v_p$ , км/ч	46,7	43,5	20	24	23,5	23,5	43,5	23,5	46,7	43,3
Расчетная масса локомотива, $P$ , т	184	192	238	276	414	276	138	276	276	184

Для выбранного расчетного подъема массу состава в тоннах вычисляют по формуле

$$Q = \frac{F_{кр} - (w'_0 + i_p)Pg}{(w''_0 + i_p)g}$$

где  $F_{кр}$  — расчетная сила тяги локомотива, Н;

$P$  — расчетная масса локомотива, т;

$w'_0$  — основное удельное сопротивление локомотива, Н/кН;

$w''_0$  — основное удельное сопротивление состава, Н/кН;

$i_p$  — крутизна расчетного подъема, ‰;

$g$  — ускорение свободного падения;  $g=9,81$  м/с<sup>2</sup>.

Величины  $w'_0$  и  $w''_0$  определяют для расчетной скорости локомотива  $v_p$ .

Основное удельное сопротивление локомотива<sup>1</sup> Н/кН в зависимости от скорости на режиме тяги (при движении под током) подсчитывают по формуле

$$w'_0 = 1,9 + 0,01 v + 0,0003 v^2$$

<sup>1</sup> Удельные силы отнесены к 1 кН веса поезда, состава, вагона, локомотива.

Основное удельное сопротивление состава с 4-осными вагонами на роликовых подшипниках

$$w_{04}'' = 0,7 + \frac{3 + 0,1v + 0,0025v^2}{q_{04}}$$

здесь  $q_{04}$  — масса, приходящаяся на одну колесную пару 4-осного вагона, т/ось,

$$q_{04} = \frac{q_4}{4}, \text{ т/ось.}$$

Число вагонов в составе грузового поезда:

$$m_4 = \frac{Q}{q_4}$$

Полученные количества вагонов необходимо округлить до целых числовых значений.

## Дисциплина II

### Определение основных параметров экипажной части

#### Исходные данные

№ п/п	Наименование данных	Усл. обознач.	Ед. изм.	Значение (последняя цифра в списке)				
				0, 9	1, 8	2, 7	3, 6	4, 5
1	Тепловоз-образец	-	-	ТЭП80	ТЭМ2	2ТЭ121	ТЭМ7	2ТЭ116
2	Конструкционная скорость	Vк	км/ч	160	100	100	100	100
3	Статический прогиб буксового рессорного подвешивания	fст	мм	75	75	100	56	90
4	Нагрузка на ось	Po	кН	220	190	250	210	240
5	Число ТЭД	m	шт.	8	6	6	6	6

Расчет на прочность пружин

Необходимая вертикальная жесткость комплекта буксовой ступени рессорного подвешивания определяется следующим образом:

$$Ж_{кл} = \frac{P_{ист}}{n_k \cdot f_{ст}}$$

Где  $P_{ист}$  - вес надрессорного строения тепловоза, Н

$$P_{ист} = m_k \cdot (P_o - q_{непод})$$

Где  $P_o$  — нагрузка на одну ось, Н;

$m_k$  — количество осей тепловоза;

$q_{непод}$  — неподрессоренная нагрузка на ось, Н. q для грузовых = 45 кН, q для пассажирских = 25 кН

$n_k$  — количество комплектов рессорного подвешивания буксовой ступени (принимаем 32)

$f_{ст}$  — статический прогиб первой (буксовой) ступени рессорного подвешивания.

Соотношение жесткостей наружной и внутренней пружин принимаем

$$Ж_n / Ж_{с1} = 2,6$$

Тогда:

$$Ж_{n1} = \frac{Ж_{с1} \cdot 2,6}{3,6} \text{ (Н/м)}$$

$$Ж_{с1} = \frac{Ж_{с1} \cdot 1}{3,6} \text{ (Н/м)}$$

Диаметр наружной пружины

$$D_n = \sqrt[3]{\frac{G \cdot d_n^4}{8 \cdot Ж_{n1} \cdot n_{pn}}} \text{ (мм)}$$

Где  $G = 8 \cdot 10^{10}$  - модуль сдвига материала пружины;

Принимаем соотношение количества рабочих витков наружной и внутренней пружин  $n_{рв} / n_{рн} = 1,6$ . Тогда:

$$D_n = \sqrt[3]{\frac{G \cdot d_n^4}{8 \cdot Ж_{с1} \cdot n_{pn} \cdot 1,6}}$$

### Определение критической скорости движения локомотива

Значения критической скорости рассчитываются для двух значений длин рельсовых звеньев:  $L_1 = 12,5$  м и  $L_2 = 25$  м. В целях предотвращения явления резонанса и нежелательных явлений, связанных с ним, критическая скорость движений должна быть выше конструкционной  $V_{кр} > V_k$ .

$$V_{кр} = \frac{\omega_c}{2\pi} L = \frac{5L}{\sqrt{f_{ст}}}$$

### Расчет демпфирования колебаний

Демпфирование в рессорном подвешивании принято считать удовлетворительным, если работа трения, создаваемая демпферами, составляет 3 – 6 % от работы упругих сил подвешивания в целом. Эта величина носит название коэффициента относительного трения.

Работа упругих сил подвешивания тележки, кН·мм:

$$A_y = 4 \cdot f_{ст} \cdot Ж_m \cdot z_1$$

где  $f_{ст}$  – статический прогиб подвешивания, мм;

$Ж_m$  – жесткость сбалансированного или индивидуального рессорного подвешивания тележки с учетом действия буксовых поводков, кН/мм; Принимаем 8,9 кН/мм.

$z_1 = 15 \div 25$  мм – величина отклонения рамы тележки при колебаниях (динамический прогиб).

Работа сил трения в подвешивании тележки, создаваемая фрикционными гасителями:

$$W_{\phi} = 4 \cdot F_{тр} \cdot z_1 \cdot n$$

где  $F_{тр} = 5 \div 6$  кН – сила трения одного гасителя.

$n = 6$  – число гасителей.

Коэффициент относительного трения:

$$\varphi_m = \frac{W_{\phi}}{A_y}$$

Полученное значение должно быть в пределах 0,03-0,06.

### Дисциплина III

#### Решение задач по теории автоматического управления

Аппроксимировать экспериментальную нормированную переходную временную кривую  $h(\tau)$  объекта регулирования, полученную после скачкообразного изменения возмущения на входе, передаточной функцией вида:

$$W(p) = k \cdot e^{-p\tau_3} \cdot \frac{1}{Ts + 1}$$

где  $k$  – коэффициент усиления (передачи) объекта регулирования,

$\tau_3$  – время запаздывания объекта регулирования, с

$T$  – постоянная времени объекта регулирования, с

$h$  – ордината регулируемой величины,

$\tau$  – текущее время, с.

Переходная временная кривая  $h(\tau)$  объекта регулирования задана в табличной форме (см. табл. ниже).

Следует:

- построить график кривой  $h(\tau)$ , выбрать на нем точки  $A$  и  $B$ , соответствующие значениям ординаты  $h_A \approx 0,3$  и  $h_B \approx 0,9$ ;
- определить графическим способом значения текущего времени  $\tau$  для  $h_A$  и  $h_B$ .
- найти значения динамических параметров объекта регулирования  $\tau_3$  и  $T$ , используя выражение:

$$\tau_3 = \frac{t_{B, h_B} - t_{A, h_A}}{h_B - h_A}$$

Вариант	Текущее время $\tau$ , с												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	0	0,05	0,13	0,24	0,39	0,58	0,75	0,85	0,91	0,95	0,97	0,98	0,99
1	0	0,04	0,12	0,20	0,32	0,46	0,61	0,72	0,80	0,85	0,89	0,92	0,94
2	0	0,04	0,10	0,17	0,28	0,40	0,52	0,60	0,67	0,74	0,79	0,83	0,88
3	0	0,03	0,08	0,15	0,22	0,32	0,42	0,52	0,60	0,67	0,74	0,79	0,83
4	0	0,02	0,06	0,11	0,18	0,26	0,35	0,43	0,51	0,59	0,65	0,72	0,77
5	0	0,01	0,04	0,08	0,14	0,20	0,28	0,37	0,46	0,55	0,64	0,72	0,79
6	0	0,01	0,04	0,08	0,15	0,23	0,32	0,44	0,55	0,65	0,73	0,79	0,84
7	0	0,01	0,05	0,09	0,16	0,27	0,40	0,54	0,65	0,75	0,81	0,85	0,88
8	0	0,01	0,05	0,11	0,20	0,32	0,50	0,65	0,74	0,80	0,84	0,88	0,91
9	0	0,02	0,07	0,15	0,26	0,44	0,62	0,75	0,82	0,88	0,91	0,94	0,96

Продолжение таблицы

Вариант	Текущее время $\tau$ , с								
	13	14	15	16	17	18	19	20	
0	1,0								
1	0,96	0,97	0,98	1,0					
2	0,92	0,95	0,97	0,98	1,0				
3	0,87	0,91	0,95	0,97	0,99	1,0			
4	0,82	0,87	0,91	0,95	0,98	0,99	1,0		
5	0,84	0,88	0,92	0,95	0,97	0,98	0,99	1,0	
6	0,87	0,92	0,94	0,96	0,98	0,99	1,0		
7	0,91	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,0	
8	0,93	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	0,99	1,0	
9	0,98	0,99	0,99	1,0					

$$T = \frac{t_A}{t_B} \frac{t_3}{t_2}$$

Рассчитать аппроксимирующую нормированную переходную временную кривую  $h_a(\tau)$  объекта регулирования, используя выражение:

$$h_a(\tau) = \frac{1}{T} \left[ 1 - e^{-\frac{\tau - t_3}{T}} \right]$$

и полученные ранее значения динамических параметров объекта регулирования  $\tau_3$  и  $T$ . Данные расчета свести в таблицу. Наложить на график экспериментальной кривой  $h(\tau)$  аппроксимирующую кривую  $h_a(\tau)$ .

#### Дисциплина IV

#### Методы обработки и оценки результатов измерений

##### Исходные данные

Параметры	Вариант (последняя цифра в списке)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Исходные данные выборки работы ПТО в ночную смену										
$\bar{x}_1$	5,5	5,3	5,4	5,5	5,6	5,6	5,5	5,4	5,3	5,2
$\sigma_1$	0,97	0,81	0,76	0,63	0,52	0,43	0,66	0,77	0,96	0,82
$n_1$	13	15	17	21	25	13	15	17	21	25
Исходные данные выборки работы ПТО в дневную смену										
$\bar{x}_2$	6,05	6,0	5,95	5,9	5,85	6,10	6,15	6,20	6,25	6,30
$\sigma_2$	1,19	0,99	0,97	0,81	1,09	0,96	1,14	0,81	0,86	1,09
$n_2$	11	12	13	10	9	11	12	13	10	9

Используя двухвыборочный t-критерий Стьюдента определить возможность статистического сравнения данных выборок и объединения их в одну общую выборку для получения обобщенных статистических данных за сутки.

Двухвыборочный  $t$  - критерий Стьюдента используется в случае, когда сравниваемые выборки подчиняются нормальному закону распределения и при этом обеспечивается условие равенства их дисперсий. Гипотеза о равенстве дисперсий в выборках проверяется сравнением частных несмещенных значений генеральной совокупности следующим образом:

$$F_{расч} = \frac{n_1 \cdot k_2 \cdot \sigma_1}{n_2 \cdot k_1 \cdot \sigma_2} \leq F_a$$

где  $k_2 = n_2 - 1$ ;  $k_1 = n_1 - 1$  – степень свободы

$F_a$  – критическая область значимости для исследуемого распределения

$F = F_{0,05}$  (см. в таблице)

Выборочные значения вероятности F-распределения для значений  $F_a$  (при  $\alpha = 0,05$ )

$k_2$	$k_1$															
	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	100
5	5,05	4,95	4,88	4,82	4,78	4,74	4,70	4,68	4,64	4,60	4,56	4,53	4,50	4,46	4,44	4,40
6	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10	4,06	4,03	4,00	3,96	3,92	3,87	3,84	3,81	3,77	3,75	3,71
7	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,63	3,60	3,57	3,52	3,49	3,44	3,41	3,38	3,34	3,32	3,28
8	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,34	3,31	3,28	3,23	3,20	3,15	3,12	3,08	3,05	3,03	2,98
9	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,13	3,10	3,07	3,02	2,98	2,93	2,90	2,86	2,82	2,80	2,76
10	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,97	2,94	2,91	2,86	2,82	2,77	2,74	2,70	2,67	2,64	2,59
11	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90	2,86	2,82	2,79	2,74	2,70	2,65	2,61	2,57	2,53	2,50	2,45
12	3,11	3,00	2,92	2,85	2,80	2,76	2,72	2,68	2,64	2,60	2,54	2,50	2,46	2,42	2,40	2,35
13	3,02	2,92	2,84	2,77	2,72	2,67	2,63	2,60	2,55	2,51	2,46	2,42	2,38	2,34	2,32	2,26
14	2,96	2,85	2,77	2,70	2,65	2,60	2,56	2,53	2,48	2,44	2,39	2,35	2,31	2,27	2,24	2,19
16	2,85	2,74	2,66	2,59	2,54	2,49	2,45	2,42	2,37	2,33	2,28	2,24	2,20	2,16	2,13	2,07
20	2,71	2,60	2,52	2,45	2,40	2,35	2,31	2,28	2,23	2,18	2,12	2,08	2,04	1,99	1,96	1,90
24	2,62	2,51	2,43	2,36	2,30	2,26	2,22	2,18	2,13	2,09	2,02	1,98	1,94	1,86	1,86	1,80
30	2,53	2,42	2,34	2,27	2,21	2,16	2,12	2,09	2,04	1,99	1,93	1,89	1,84	1,79	1,76	1,69
40	2,45	2,34	2,25	2,18	2,12	2,07	2,04	2,00	1,95	1,90	1,84	1,79	1,74	1,69	1,66	1,59
50	2,40	2,29	2,20	2,13	2,07	2,02	1,98	1,95	1,90	1,85	1,78	1,74	1,69	1,63	1,60	1,52
60	2,37	2,25	2,17	2,10	2,04	1,99	1,95	1,92	1,86	1,81	1,75	1,70	1,65	1,59	1,57	1,48
100	2,30	2,19	2,10	2,03	1,97	1,92	1,88	1,85	1,79	1,75	1,68	1,63	1,57	1,51	1,48	1,39
200	2,26	2,14	2,05	1,98	1,92	1,87	1,83	1,80	1,74	1,69	1,62	1,57	1,52	1,45	1,42	1,32
1000	2,22	2,10	2,02	1,95	1,89	1,84	1,80	1,76	1,70	1,65	1,58	1,53	1,47	1,41	1,36	1,26

Дать заключение

Нахождение  $t$  - критерия является наиболее часто используемым методом обнаружения сходства между средними значениями двух выборок. Значение данного критерия находится из условия:

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\frac{k_1 \cdot \sigma_1^2 + k_2 \cdot \sigma_2^2}{k_a} \cdot \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}} \leq t_a$$

где  $t_a$  – сравнительный показатель, который зависит от уровня значимости  $k_a = n_1 + n_2 - 2$   
 $t_a = t_{0,05}$  (см. в таблице)

**Выборочные значения вероятности  $t$ -критерия Стьюдента для значений  $t_a$**

$k_a$	$\alpha$			$k_a$	$\alpha$		
	0,10	0,05	0,02		0,10	0,05	0,02
1	6,31	12,71	31,82	17	1,74	2,11	2,57
2	2,92	4,30	6,97	18	1,73	2,10	2,55
3	2,35	3,18	4,54	19	1,73	2,09	2,54
4	2,13	2,78	3,75	20	1,72	2,09	2,53
5	2,02	2,57	3,37	21	1,72	2,08	2,52
6	1,94	2,45	3,14	22	1,72	2,07	2,51
7	1,90	2,37	3,00	23	1,71	2,07	2,50
8	1,86	2,30	2,90	24	1,71	2,06	2,49
9	1,83	2,26	2,82	25	1,71	2,06	2,49
10	1,81	2,23	2,76	26	1,71	2,06	2,48
11	1,80	2,20	2,72	27	1,70	2,05	2,47
12	1,78	2,18	2,68	28	1,70	2,05	2,47
13	1,77	2,18	2,65	29	1,70	2,05	2,46
14	1,76	2,14	2,62	30	1,70	2,04	2,46
15	1,75	2,13	2,60	40	1,68	2,02	2,42
16	1,75	2,12	2,58	60	1,67	2,00	2,39

Дать заключение

### Дисциплина V

#### Определение параметров электрической передачи локомотивов

##### Исходные данные

№ пп	Наименование параметра	Вариант (последняя цифра в списке)									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Касательная мощность $N_k$ , МВт	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
2	Сцепной вес $P_{сч}$ , МН	1,0	1,2	1,3	1,8	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,1
3	Коэффициент тяги $\Psi_T$	0,12	0,14	0,16	0,16	0,21	0,24	0,24	0,25	0,26	0,26
4	Число тяговых электро двигателей	6	6	6	8	6	6	8	8	8	8
5	Максимальная скорость, до которой электрическая передача полностью использует мощность первичного двигателя $V_{м2}$ , км/ч	70	90	100	100	100	100	100	110	110	110
6	Конструкционная скорость $V_k$ , км/ч	100	100	100	100	100	100	110	110	110	110
7	Передаточное число тягового редуктора $\mu_3$	4,13	4,69	4,41	4,41	3,9	4,33	4,69	4,45	4,33	4,69

Расчетная сила тяги в кН определяется из условий реализации коэффициента тяги на расчетном подъеме, т.е.

$$F_{кр} = P_{сц} \cdot \Psi_T \cdot 10^3$$

Где  $P_{сц}$  – сцепной вес, МН;

$\Psi_T$  – коэффициент тяги на расчетном подъеме.

Скорость на расчетном подъеме в км/ч определяется по формуле

$$V_p = \frac{3,6 \cdot N_k \cdot 10^3}{F_{кр}}$$

Где  $N_k$  – касательная мощность, МВт.

Степень регулирования электрической передачи по скорости локомотива характеризуется коэффициентом регулирования скорости

$$C_v = \frac{V_m}{V_p}$$

Где  $V_m$  – максимальная скорость, до которой электрическая передача полностью использует мощность первичного двигателя, км/ч.

Задаем коэффициентом регулирования тягового генератора по напряжению, который принимаем равным 1,9

$$k_r = \frac{U_{d \max}}{U_{dn}} = 1,9$$

Где  $U_{d \max}$  – максимальное напряжение на выходе ВУ, которое принимаем 1500 В

$U_{dn}$  – напряжение продолжительного режима на выходе ВУ.

Определяем мощность на выходе ВУ

$$P_d = \frac{N_k}{\eta_{д.об.кол.}}$$

Где  $\eta_{д.об.кол.}$  – КПД ТЭД, отнесенный к ободу колес, равное 0,9.

Напряжение продолжительного режима на выходе ВУ

$$U_{dn} = \frac{U_{d \max}}{k_r}$$

Ток на выходе ВУ в продолжительном режиме

$$I_{dn} = \frac{P_d \cdot 10^6}{U_{dn}}$$

Выпрямленный ток при высшем напряжении

$$I_{d \min} = \frac{P_d \cdot 10^6}{U_{d \max}}$$

Максимальный выпрямленный ток, допускаемый кратковременно по условиям коммутации ТЭД

$$I_{d \max} = 1,5 \cdot I_{dn}$$

Определяем минимальное значение коэффициента ослабления возбуждения

$$\alpha_{\min} = \frac{1,44 \cdot k_r^3}{C_v^2}$$

Если  $\alpha_{\min} < 0,5$ , то применяем две ступени ослабления возбуждения, т.е. применяем промежуточную ступень, коэффициент которой определяется:

$$\alpha_1 = \frac{\sqrt{\alpha_{\min}}}{1,2}$$

Скорости переходов находим по формулам:

$$V_1 = 0,71 \cdot V_p \cdot k_r^{1,5}$$

$$V_2 = 0,71 \cdot V_p \cdot \frac{k_r^{1,5}}{\sqrt{\alpha_1}}$$

### Дисциплина VI

**Расчет фактического и потребного тормозного нажатия в пассажирском и грузовом поездах**

#### Исходные данные

Показатель	Значение (последняя цифра в списке)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Количество вагонов в пассажирском составе	18	22	19	24	20	15	17	22	14	11
Масса пассажирского поезда брутто, т	1000	1200	1050	1300	1100	850	950	1200	800	700
Тормозное нажатие на ось пассажирского вагона, тс	10	13,5	11	15	11,5	8,5	9	12	8	7
Норма тормозного нажатия на 100 тс веса пассажирского поезда, тс	56	59	56	60	57	55	55	58	55	55
Масса брутто грузового состава, т	4300	4400	4500	4600	4700	4800	4900	5000	5100	5000
Количество вагонов в грузовом составе	52	53	54	55	56	57	58	59	60	59
Тормозное нажатие на ось грузового вагона, тс	7	9	9	10	10	11	11	12	12	12
Норма тормозного нажатия на 100 тс веса грузового поезда, тс	33	34	35	36	37	38	39	40	40	40

Фактическое количество осей в поезде

$$N_{\text{осей}} = 4 \cdot N_{\text{ваг}}$$

Фактическое тормозное нажатие вагонов в поезде

$$P_{\text{вагфакт}} = F_{\text{нажваг}} \cdot N_{\text{осей}}$$

Потребное тормозное нажатие в поезде, с учетом нормы тормозного нажатия на 100 тс веса поезда:

$$P_{\text{потр}} = m_{\text{поезда}} / 100 \cdot n_{\text{торм нажатия}}$$

Дать заключение.

## Список литературы

№ п/п	Наименование	№ дисциплины
1.	Федеральный закон от 10.01.2003 № 17-ФЗ «О железнодорожном транспорте в Российской Федерации» (с изменениями на 14 марта 2022 года)	1-6
2.	Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 27.03.2018 № 215 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - специалитет по специальности 23.05.03 Подвижной состав железных дорог»	1-6
3.	Профессиональный стандарт «Специалист по организации и производству технического обслуживания и ремонта железнодорожного подвижного состава», утвержденный Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 19.04.2021 № 252н;	1-6
4.	Профессиональный стандарт «Ревизор по безопасности движения поездов», утвержденный Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 06.04.2021 № 216н	1-6
5.	Квалификационный справочник руководителей, специалистов и других служащих, утвержденном постановлением Минтруда России от 21.08.1998 № 37	1-6
6.	Основы тяги поездов. Осипов СИ., Осипов С.С. М.: УМК МПС России, 2000 Библиотека РОАТ	1
7.	Теория тяги поездов. Основы теории и расчетов. С.И. Баташов, М.А. Ибрагимов, Н.С. Назаров 2018, Москва: РУТ(МИИТ). Библиотека РОАТ	1
8.	Теория электрической тяги. Под ред. Осипова СИ. 2006, М.: Транспорт	1
9.	Теория и конструкция локомотивов: Учебник для вузов ж.-д. транспорта Г.С. Михальченко, В.Н. Кашников, В.С. Коссов, В.А. Симонов М.: Маршрут, 2006	2
10.	Локомотивы. Общий курс Кузьмич В.Д., Руднев В.С., Просвиров Ю.Е. М.: ФГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2011, 528с., НТБ МИИТа	2
11.	Гидравлика и гидравлические машины. Учебник. Угинчус А.А. 2009, М.: ООО "ТИД «Аз-book». Библиотека РОАТ.	2
12.	Локомотивные энергетические установки Шаров В. Д., Хуторянский Н.М. 2012 М.: РОАТ	2
13.	Приводы вспомогательных механизмов Космодамианский А.С. Орел, ОрелГТУ, 2007г., 267 с., НТБ МИИТ	2
14.	Экипажная часть тепловоза: конструкция, долговечность, ремонт. Под редакцией А.В. Скалина М.: Желдориздат, 2008	2, 4
15.	Электропоезда метрополитена Э.М. Добровольская 2003, М. Академия	2

16.	Приводы вспомогательного оборудования локомотивов и автоматические системы регулирования [Текст] / Д. Я. Антипин [и др.]; Брян. гос. техн. ун-т (БГТУ). - Брянск : Изд-во БГТУ, 2019. - 316 с.: ил.	2, 3
17.	Автоматические системы управления локомотивов Луков Н.М., Космодамианский А.С. Учебник для вузов ж.-д. транспорта. – М.: Маршрут, 2007.	3
18.	Баранов, Л.А. Автоматизированные системы управления электроподвижным составом: учебник в 3 ч. Ч. 1. Теория автоматического управления / Л.А. Баранов, А.Н. Савоськин, О.Е. Пудовиков и др.; под ред. Л.А. Баранова и А.Н. Савоськина. – М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014. – 400 с.	3
19.	Система управления и диагностики электровоза ЭП10 Под ред. С.В. Покровского 2009, М.: Интекс	3
20.	Автоматика и автоматические системы локомотивов А.С. Космодамианский, В.И. Воробьев, А.А. Пугачев, А.Д. Хохлов, Ю.В. Попов, Н.Н. Стрекалов Учебное пособие. - М.: РГОТУПС, 2008. Учебная литература кафедры	3
21.	Интеллектуальные системы автоматизированного проектирования узлов тяговых приводов локомотивов [Текст]: учебное пособие / Антипин Д.Я., Воробьев В.И., Капустин М.Ю., Космодамианский А.С. — Курск: Университетская книга, 2019. — 227 с.	3, 4
22.	Безопасность жизнедеятельности Белов С.В. 2009, М.:Высш.шк.	4
23.	Безопасность на дорогах и в общественном транспорте: учебное пособие М. В. Иашвили, С. В. Петров - М.: АРТА, 2011	4
24.	Курс лекций по транспортной безопасности Смирнова Т.С. Изд-во УМЦ ЖДТ (Маршрут), 2013 год, 296 страниц	4
25.	Организация производства и менеджмент В.Г. Самойлович 2008. М.: Издательский центр «Академия»,	4
26.	Теория надёжности Острейковский В.А М.: Высш. шк., 2008	4
27.	Тепловозы. Механическое оборудование и ремонт. В.Е.Кононов, Н.М. Хуторянский, А.В. Скалин М.: Желдориздат, 2008	4
28.	Технология механосборочного производства Кривич О.Ю. М: МИИТ, 2015, библиотека РОАТ, электронная библиотека	4
29.	Техническое диагностирование и неразрушающий контроль деталей и узлов локомотивов Бервинов В.И., Доронин Е.Ю., Зенин И.П. М.: ГОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2008-332 с.	4
30.	Техническое диагностирование локомотивов Четвергов В.А., Овчаренко С.М., Бухтеев В.Ф. М.: Транспорт, 2012-368 с.	5
31.	Техническое обслуживание и ремонт локомотивов В. Т. Данковцев, В.И. Киселев, В.А. Четвергов УМЦ Ж.Д.Т Москва, 2007, 557 с.	4
32.	Эксплуатация и ремонт электроподвижного состава магистральных железных дорог. Иньков Ю.М. и др. М.: МЭИ, 2011 - 383 с.	4

33.	Электрические передачи локомотивов и тяговые статические преобразователи Космодамианский А.С., Луков Н.М., Ромашкова О.Н., Воробьев В.И., Комков С.В., Пугачев А.А., Хохлов А.Д. Учебное пособие. - М.: МИИТ, 2009.	5
34.	Электрические машины. Копылов И.П. М., - Высшая школа. – 2009.	5
35.	Электрические машины. Кацман М. М. М., - Издательский центр «Академия» – 2007.	5
36.	"Безопасность движения железнодорожного подвижного состава" Черкашин Ю.М. 2010 - М.: "Интекс". -176с, РОАТ чит. зал	6
37.	Автоматические тормоза подвижного состава: Учеб. пос Асадченко В.Р. 2006 - 390с - М.: Маршрут, Управ.кадров, учеб. завед.правового обесп-ия ФАЖТ, библи. РОАТ	6
38.	Астрахан, В.И. Унифицированное комплексное локомотивное устройство безопасности (КЛУБ-У): учеб. пособие [Текст] / В.И. Астрахан, В.И. Зорин, Г.К. Кисельгоф и др.; под. ред. В.И. Зорина и В.И. Астрахана. – М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2008. – 177 с.	6
39.	Качественные характеристики механической части тормозов подвижного состава: Учеб. пос. Смагин Б.В., Юдин В.А. 2009 - 117с, - М.: РОАТ, библи. РОАТ	6
40.	Метрология, стандартизация и сертификация: учебник Сергеев А.Г [и др.] 2011, М.: "Юрайт"	6
41.	Организация обеспечения безопасности движения и автоматические тормоза. Учеб. пос. Смагин Б.В., Юдин В.А. 2015.-88с - М.: МИИТ (РОАТ), библи. и чит. зал РОАТ	6
42.	Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации	6

Заместитель директора



Д.М. Поменков

Учебная программа подготовлена:  
доцент кафедры «Тяговый подвижной состав»



М.Ю. Капустин