



**СОЮЗ «НЭО»**

Союз экспертов в сфере подготовки кадров  
и их интеграции в науку, образование  
и реальный сектор экономики

**СОЮЗ ЭКСПЕРТОВ В СФЕРЕ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ И  
ИХ ИНТЕГРАЦИИ В НАУКУ, ОБРАЗОВАНИЕ И  
РЕАЛЬНЫЙ СЕКТОР ЭКОНОМИКИ**

**Академия Союза «НЭО»**

**Инженерная кафедра  
Кафедра Математики**

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор  
Союза «НЭО»



 М.Ю. Капустин

« 28 » августа 2024 г.

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

**«Высокоскоростной наземный транспорт»**  
(по специальности - 23.05.03 «Подвижной состав железных дорог»)

Москва 2024 г.

## ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Программа профессиональной переподготовки «Высокоскоростной наземный транспорт» составлена в соответствии с требованиями приказа Министерства образования и науки Российской Федерации от 01.07.2013 № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам», с учетом потребности компаний железнодорожной отрасли в дополнительном профессиональном образовании работников, 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 для высокоскоростного железнодорожного транспорта; разработки проектной и нормативно-технической документации.

Содержание программы соответствует нормам Трудового кодекса Российской Федерации, нормативных актов Российской Федерации.

При составлении 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 Минтруда России 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 «Высокоскоростной наземный транспорт») утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 27.03.2018 г. № 215

Программа соответствует требованиям профессиональных стандартов (ПС):

1. ПС Приказ Министерства труда Российской Федерации от 19.04.2021 № 252н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист по организации и производству технического обслуживания и ремонта железнодорожного подвижного состава»,

2. ПС Приказ Министерства труда Российской Федерации от 06.04.2021 № 216н «Об утверждении профессионального стандарта «Ревизор по безопасности движения поездов», определенных в соответствии с целью обучения, к результатам освоения образовательных программ.

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

Специализация «Высокоскоростной наземный транспорт» - организация эксплуатации технического обслуживания и ремонта высокоскоростного наземного транспорта, его тяговых электрических машин, систем автоматизированного управления движением, электронных и электромеханических систем, производственной деятельности подразделений по техническому обслуживанию и ремонту высокоскоростного подвижного состава (далее под высокоскоростным понимается, в т.ч. скоростной подвижной состав), способность проектировать высокоскоростной подвижной состав и его оборудование, оценка показателей безопасности движения высокоскоростных поездов и качества продукции (услуг) с

использованием современных информационных технологий, систем контроля движения, технического диагностирования и систем менеджмента качества:

- организация эксплуатации и ремонта высокоскоростного подвижного состава, диагностика подвижного состава, надзор за его безопасной эксплуатацией;
- разработка и внедрение технологических процессов технического обслуживания и ремонта высокоскоростного подвижного состава;
- надзор за качеством проведения и соблюдением технологии работ по производству, техническому обслуживанию и ремонту высокоскоростного подвижного состава;
- изучение и распространение передового опыта в области технологии производства, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта высокоскоростного 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 высокоскоростного 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, основы проектирования, производство, испытания и модернизацию высокоскоростного подвижного состава;
- основы проектирования предприятий, технологических процессов и средств технического оснащения для технического обслуживания и ремонта высокоскоростного подвижного состава;

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу, являются:

- моторвагонный подвижной состав;
- грузовые и пассажирские локомотивы;
- эксплуатационные и ремонтные депо;
- средства и пути повышения эксплуатационных и ремонтных характеристик (экономичности, надежности, долговечности, безопасности, качества ремонта) высокоскоростного 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 высокоскоростного наземного транспорта.

Программа определяет минимальный объем знаний, умений, навыков и компетенций, которыми должен обладать выпускник при руководстве работами на участке производства по техническому обслуживанию и ремонту высокоскоростного железнодорожного подвижного состава и механизмов, контроле безопасности движения и эксплуатации в подразделениях, расположенных на закрепленном участке железнодорожного транспорта, готовности аварийно-восстановительных средств на закрепленном участке железнодорожного транспорта; а также при выполнении производственно-технологического, проектного и организационно-

управленческого типов деятельности в сфере эксплуатации, обслуживания и ремонта, проектирования, производства и испытаний высокоскоростного подвижного состава, не рассчитана на присвоение новой квалификации.

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

### **ЦЕЛЕВАЯ УСТАНОВКА**

**Цель:** получение компетенций, необходимых для выполнения нового вида профессиональной деятельности в сфере эксплуатации, обслуживания и ремонта, проектирования, производства и испытаний высокоскоростного подвижного состава.

**Категория слушателей:** лица, имеющие непрофильное высшее (гуманитарное) образование и квалификацию бакалавра или лица, получающие непрофильное высшее (гуманитарное) образование и квалификацию бакалавра, а также иные лица имеющие профильное высшее образование.

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

**Трудоёмкость программы:** 1000 ак. часов (в т. ч. очно - 150 ак. часов, заочно – 850 ак. часов, с применением дистанционных образовательных технологий).

**Сроки освоения программы:** 40 недель.

**Режим занятий:** заочное обучение, 850 часов, дистанционно без отрыва от производства, 37 недель, 3-4 ак. часа в день; очное обучение 150 ак. часа, 10 ак. часов в день.

### **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ**

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

В результате освоения Программы формируются новые компетенции:

Типы деятельности	Перечень компетенций	Характеристика профессиональных компетенций		
		Перечень знаний	Перечень умений	Практический опыт
Производственно-технологический	ОПК-1 Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования	основные понятия и законы математики, способен объяснять 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 подвижного состава	владеть методами расчета показателей качества

Типы деятельности	Перечень компетенций	Характеристика профессиональных компетенций		
		Перечень знаний	Перечень умений	Практический опыт
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	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	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
	Е/02.6 Организация выполнения работ на участке производства по техническому обслуживанию и ремонту железнодорожного подвижного состава и механизмов	технические характеристики, конструкцию и правила технической эксплуатации высокоскоростного подвижного состава	применять требования правил технической эксплуатации при эксплуатации и обслуживании высокоскоростного подвижного состава	владеть навыками применения требований правил технической эксплуатации при эксплуатации и обслуживании высокоскоростного подвижного состава

Типы деятельности	Перечень компетенций	Характеристика профессиональных компетенций		
		Перечень знаний	Перечень умений	Практический опыт
Контроль безопасности движения и эксплуатации в подразделениях, расположенных на закрепленном участке железнодорожного транспорта (далее закрепленный участок железнодорожного транспорта), готовности аварийно-восстановительных средств на закрепленном участке железнодорожного транспорта Код В, ПС Пр. №216н	В/01.6 Контроль организации и проведения профилактической работы по обеспечению безопасности движения и эксплуатации на закрепленном участке железнодорожного транспорта	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	Оценивать состояние технических средств, повышающих безопасность движения на закрепленном участке железнодорожного транспорта	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

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 высокоскоростного 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		
			0	3	0	3	0	3	0	3	
<b>1.</b>	<b>Математическое моделирование. Численные методы</b>	<b>158</b>	<b>12</b>	<b>118</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>Зачет/ 2</b>
1.1	Моделирование и его виды	6		6							
1.2	Общая классификация моделей. Требования к модели. Проблема моделирования. Свойства модели	10		10							
1.3	Операции над моделями. Этапы построения модели	6		6							
1.4	Математическая модель задачи линейного программирования. Каноническая форма и приведение к ней общей задачи линейного программирования	14	2	10				2			
1.5	Графический метод решения задач линейного программирования. Задачи с двумя и с n переменными	14	2	8			2	2			
1.6	Симплексный метод решения задач линейного программирования	14	2	8			2	2			
1.7	Транспортная задача	14	2	8			2	2			
1.8	Оптимальное планирование объемов перевозимых грузов	14		12				2			
1.9	Источники погрешностей. Общая формула для погрешности	6		6							
1.10	Постановка задачи аппроксимация функций. Интерполяционные формулы Лагранжа и Ньютона. Оценка погрешности	16	2	12				2			
1.11	Метод наименьших квадратов. Подбор эмпирических формул	12	2	8				2			
1.12	Численное интегрирование	12		12							
1.13	Численные методы решения дифференциальных уравнений	16		12			2	2			
1.14	Консультация по дисциплине	2							2		
1.15	Промежуточная аттестация	2									Зачет/ 2
<b>2</b>	<b>Тяга поездов</b>	<b>204</b>	<b>14</b>	<b>164</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>Зачет/ 2</b>
2.1	Основы тяги поездов: силы, действующие на поезд, модели поезда, основное уравнение движения	32	4	28							

№ п/п	Наименование дисциплин и тем	Трудо- емкость, ак. час.	Из них занятия								Форма аттестаци и, трудо- ем- кость, ак. час.
			лекцион- ного типа		семинар- ского типа		практичес- кого типа		консульта- ционного типа		
			0	3	0	3	0	3	0	3	
2.2	Тяговые расчеты. Методы выполнения тяговых расчетов	38	2	36							
2.3	Подготовка и ввод начальных данных для тягового расчета. Аппроксимация тяговых и токовых характеристик	44	2	32			2	8			
2.4	Тяговый расчет с использованием численных методов	46	2	32			4	8			
2.5	Принципы оптимального управления. Повышение адекватности модели движущегося поезда	40	4	36							
2.6	Консультация по дисциплине	2							2		
2.7	Промежуточная аттестация	2									Зачет/ 2
<b>3</b>	<b>Основы проектирования ВСНТ</b>	<b>206</b>	<b>19</b>	<b>165</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>17</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>Зачет/ 2</b>
3.1	Основы проектирования высокоскоростных железных дорог	44	4	36				4			
3.2	Механическая часть высокоскоростного подвижного состава	44	4	32				8			
3.3	Динамика и взаимодействие подвижного состава и пути. Аэродинамика высокоскоростного подвижного состава	42	2	40							
3.4	Перспективные тормозные системы. Особенности тормозного оборудования высокоскоростного подвижного состава	42	5	31			1	5			
3.5	Особенности конструкции современных высокоскоростных поездов	30	4	26							
3.6	Консультация по дисциплине	2							2		
3.7	Промежуточная аттестация	2									Зачет/ 2
<b>4</b>	<b>Теория автоматического управления</b>	<b>116</b>	<b>16</b>	<b>86</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>Зачет/ 2</b>
4.1	Теория систем автоматического управления. Встраиваемые промышленные системы управления	36	6	30							

№ п/п	Наименование дисциплин и тем	Трудо- емкость, ак. час.	Из них занятия								Форма аттестаци и, трудоем- кость, ак. час.
			лекцион- ного типа		семинарс- кого типа		практичес кого типа		консульта ционного типа		
			<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	
4.2	Системы управления высокоскоростным подвижным составом	38	6	32							
4.3	Перспективные системы управления: архитектура, функции, интерфейсы	38	4	24			2	8			
4.4	Консультация по дисциплине	2							2		
4.5	Промежуточная аттестация	2									Зачет/ 2
<b>5</b>	<b>Организация эксплуатации и сервисного обслуживания ВСНТ</b>	<b>110</b>	<b>8</b>	<b>84</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>Зачет/ 2</b>
5.1	Организация производства, ремонт и техническое обслуживание высокоскоростного тягового подвижного состава	34	4	28			2				
5.2	Надежность подвижного состава	38	2	28			2	6			
5.3	Информационные технологии и системы диагностирования при эксплуатации и обслуживании высокоскоростного подвижного состава	34	2	28				4			
5.4	Консультация по дисциплине	2							2		
5.5	Промежуточная аттестация	2									Зачет/ 2
<b>6</b>	<b>Тяговый привод</b>	<b>98</b>	<b>14</b>	<b>60</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>Зачет/ 2</b>
6.1	Тяговые электродвигатели. Особенности тяговых электродвигателей для ВСНТ	34	4	20				10			
6.2	Силовые преобразователи в системах управления тяговыми электродвигателями	30	6	20			4				
6.3	Тяговые приводы высокоскоростного подвижного состава	30	4	20				6			
6.4	Консультация по дисциплине	2							2		
6.5	Промежуточная аттестация	2									Зачет/ 2
<b>7</b>	<b>Безопасность движения ВСНТ</b>	<b>104</b>	<b>8</b>	<b>78</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>Зачет/ 2</b>

№ п/п	Наименование дисциплин и тем	Трудо- емкость, ак. час.	Из них занятия								Форма аттестаци и, трудоем- кость, ак. час.
			лекцион- ного типа		семинарс- кого типа		практичес кого типа		консульта ционного типа		
			<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	
7.1	Нормативное и организационное обеспечение безопасной эксплуатации ВСНТ. Планирование и подтверждение обеспечения безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта	38	2	30				6			
7.2	Правила технической эксплуатации железных дорог. Опыт подготовки локомотивных бригад	32	2	24				6			
7.3	Локомотивные устройства безопасности. Системы автоматического прицельного торможения	30	4	24			2				
7.4	Консультация по дисциплине	2							2		
7.5	Промежуточная аттестация	2									Зачет/ 2
<b>8.</b>	<b>Итоговая аттестация</b>	<b>4</b>									Междисц иплинар- ный экзамен <b>4</b>
	<b>ИТОГО</b>	<b>1000</b>	<b>91</b>	<b>755</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>27</b>	<b>95</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>18</b>





№ п/п	Наименование дисциплин	Количество академических часов по учебным неделям (Н) и дням (Д)															Итого
		Очное обучение															
		Н38					Н39					Н40					
		Д1	Д2	Д3	Д4	Д5	Д6	Д7	Д8	Д9	Д10	Д11	Д12	Д13	Д14	Д15	
1	Математическое моделирование. Численные методы	6	6	6	6												158
2	Тяга поездов	4	4	4	4	8											204
3	Основы проектирования ВСНТ					2	6	6	6	4							206
4	Теория автоматического управления						4	4	4	4	6						116
5	Организация эксплуатации и сервисного обслуживания ВСНТ									2	4	6	4				110
6	Тяговый привод											4	6	6	6		98
7	Безопасность движения ВСНТ													4	4	6	104
8	Итоговая аттестация															4	4
	<b>ИТОГО</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>1000</b>

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

## РАБОЧИЕ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИН

### **Дисциплина 1. Математическое моделирование. Численные методы.**

#### **Тема 1.1 Моделирование и его виды.**

Понятие моделирования. Моделирование как метод научного познания. Принципы системного подхода в моделировании систем. Объекты исследования: система, процесс. Различные виды моделирования

#### **Тема 1.2 Общая классификация моделей. Требования к модели. Проблема моделирования. Свойства модели.**

Общие проблемы моделирования систем. Математическая модель. Общая форма. Свойства. Адекватность математических моделей. Методы построения математической модели сложного объекта. Основные принципы математического моделирования механических систем и процессов

#### **Тема 1.3 Операции над моделями. Этапы построения модели.**

Системный анализ объекта, построение модели, изучение модели, анализ модели, использование модели для выявления свойств объекта. Понятие натурального, математического и вычислительного эксперимента, их взаимосвязь. Вычислительные алгоритмы. Основные понятия теории приближенных вычислений и численных методов. Методы приближения функций. Аппроксимация, интерполирование и экстраполирование.

#### **Тема 1.4 Математическая модель задачи линейного программирования. Каноническая форма и приведение к ней общей задачи линейного программирования.**

Общая задача линейного программирования. Математические модели задач линейного программирования. Формы записи задач линейного программирования: общая, каноническая и стандартная.

#### ***Практические занятия № 1 (в объёме 2 часов). Решение задач по теме 1.4.***

#### **Тема 1.5 Графический метод решения задач линейного программирования. Задачи с двумя и с $n$ переменными.**

Теоретические основы графического метода решения задач линейного программирования. Алгоритм решения задачи ЛП графическим методом. Графический метод решения задач линейного программирования с  $n$ -переменными.

#### ***Практические занятия № 2 (в объёме 4 часов). Решение задач по теме 1.5.***

#### **Тема 1.6 Симплексный метод решения задач линейного программирования.**

Специальные виды задач линейного программирования. Стандартная и каноническая задачи. Матричная форма записи. Эквивалентные формулировки. Эквивалентные преобразования. Базисное решение системы линейных уравнений. Алгоритм симплекс-метода решения задачи ЛП. Геометрическая интерпретация. Прямая и двойственная задача линейного программирования. Свойства. Теоремы двойственности и равновесия в линейном программировании.

#### ***Практические занятия № 3 (в объёме 4 часов). Решение задач по теме 1.6.***

#### **Тема 1.7 Транспортная задача.**

Постановка транспортной задачи. Транспортная таблица. Сведение открытой транспортной задачи к закрытой. Первоначальный план перевозок. Составление первоначального плана перевозок с помощью метода северо-западного угла. Составление первоначального плана перевозок с помощью метода наименьшей стоимости. Вырожденные планы. Циклы и пополнение плана. Проверка оптимальности плана и перераспределение поставок с помощью метода потенциалов. Вычисление потенциалов. Проверка оптимальности плана. Перераспределение поставок. Пример решения типовой транспортной задачи.

#### ***Практические занятия № 4 (в объёме 4 часов). Решение задач по теме 1.7.***

#### **Тема 1.8 Оптимальное планирование объемов перевозимых грузов.**

Принципы планирования грузовых перевозок. Задачи оптимизации и их место в планировании перевозок. Составление оптимального плана грузовых перевозок. Моделирование транспортных сетей и расчет кратчайших расстояний.

#### ***Практические занятия № 5 (в объёме 2 часов). Решение задач по теме 1.8.***

**Тема 1.9 Источники погрешностей. Общая формула для погрешности.**

Причины возникновения и классификация погрешности. Прямая задача теории погрешностей. Обратная задача теории погрешности. Основные источники погрешностей. Абсолютная и относительная погрешности. Определение количества верных значащих цифр результата вычислений. Погрешности суммы, разности, произведения, частного, степени и корня. Общая формула для погрешности. Правила округления. Понятие о вероятностной оценке погрешности. Понятие вычислительного алгоритма. Требования к вычислительному алгоритму.

**Тема 1.10 Постановка задачи аппроксимация функций. Интерполяционные формулы Лагранжа и Ньютона. Оценка погрешности.**

Аппроксимация функций. Постановка задачи. Теорема существования и единственности обобщенного интерполяционного многочлена. Приближение таблично заданных функций. Линейная интерполяция. Интерполяция кубическими сплайнами. Интерполяционные формулы Лагранжа и Ньютона. Интерполяция многочленами  $n$ -степени. Оценка погрешности интерполирования.

**Практические занятия № 6 (в объёме 2 часов). Решение задач по теме 1.10.****Тема 1.11 Метод наименьших квадратов. Подбор эмпирических формул.**

Приемы упрощения математических моделей. Математические свойства методов вычислений. Математические методы оптимизации. Приемы контроля математических моделей.

**Практические занятия № 7 (в объёме 2 часов). Решение задач по теме 1.11.****Тема 1.12 Численное интегрирование.**

Общие замечания. Формула трапеций и ее остаточный член. Общая формула трапеций (правило трапеций). Формула Симпсона и ее остаточный член. Общая формула Симпсона (параболическая формула).

**Тема 1.13 Численные методы решения дифференциальных уравнений.**

Интегрирование обыкновенных дифференциальных уравнений с помощью рядов. Метод Эйлера. Метод Эйлера с уравниванием. Метод Рунге-Кутты. Оценка погрешности и выбор шага. Метод Рунге-Кутты для системы дифференциальных уравнений первого порядка. Решение системы дифференциальных уравнений операционным методом.

**Практические занятия № 8 (в объёме 4 часов). Решение задач по теме 1.13.****Дисциплина 2. Тяга поездов.****Тема 2.1 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 2.2 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 2.3 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.

**Практические занятия № 1 (в объёме 10 часов). Аппроксимация тяговой характеристики локомотива полиномом.**

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

**Тема 2.4 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.

**Практические занятия № 2 (в объёме 12 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 2.5 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 3. Основы проектирования ВСНТ.**

**Тема 3.1 Основы проектирования высокоскоростных железных дорог.**

Концептуальные подходы к созданию высокоскоростных железных дорог. Общие требования к инфраструктуре высокоскоростных железнодорожных линий и особые требования к проектам высокоскоростных магистралей (ВСМ). Общие принципы разработки и состав проектной документации; основные технические параметры и решения ВСМ. Искусственные сооружения на высокоскоростных железнодорожных линиях. Особенности системы электрификации и систем энергоснабжения высокоскоростных железных дорог.

**Практические занятия № 11 (в объёме 4 часов). Техническое регулирование высокоскоростного железнодорожного транспорта.**

Изучение основных положений Федеральных Законов Российской Федерации, технических регламентов и другой нормативной документации, регламентирующей деятельность железнодорожного транспорта и, в частности, ВСМ.

**Тема 3.2 Механическая часть высокоскоростного подвижного состава.**

Основные принципы построения современных высокоскоростных поездов. Кузова вагонов и локомотивов высокоскоростного подвижного состава, устройства для наклона кузова. Ходовая часть высокоскоростного подвижного состава. Сцепные устройства высокоскоростного подвижного состава. Конструктивные особенности подвижного состава с устройствами, обеспечивающими эксплуатацию на железных дорогах с разной шириной колеи.

**Практические занятия № 12 (в объёме 8 часов). Устройство наклона кузова вагона**

Изучение технических решений конструкции подвижного состава с наклоном кузова.

**Тема 3.3 Динамика и взаимодействие подвижного состава и пути. Аэродинамика высокоскоростного подвижного состава.**

Особенности динамики и взаимодействия экипажной части и пути, пантографа и контактного

провода. Основы аэродинамики высокоскоростного подвижного состава. Сопротивление воздушной среды движению высокоскоростного подвижного состава.

### **Тема 3.4 Перспективные тормозные системы. Особенности тормозного оборудования высокоскоростного подвижного состава.**

Тормозное оборудование высокоскоростных поездов, особенности конструкции и технических характеристик. Системы управления тормозами высокоскоростного поезда. Алгоритмы прицельного торможения поездов.

#### ***Практические занятия № 13 (в объёме 6 часов). Расчёт тормозного нажатия***

Получения навыков в расчётах тормозов высокоскоростного поезда.

### **Тема 3.5 Особенности конструкции современных высокоскоростных поездов.**

Концепции высокоскоростного подвижного состава и основные принципы построения современных высокоскоростных поездов. Компоновка поездов, пассажирских и служебных помещений вагонов. Системы жизнеобеспечения пассажиров и поездного персонала

## **Дисциплина 4. Теория автоматического управления.**

### **Тема 4.1 Теория систем автоматического управления. Встраиваемые промышленные системы управления.**

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 4.2 Системы управления высокоскоростным подвижным составом.**

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 4.3 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.

***Практические занятия № 14 (в объёме 10 часов). Настройка работы ПИД регулятора для объектов управления с различными характеристиками.*** Определение коэффициентов ПИД регулятора для заданных объектов управления.

## **Дисциплина 5. Организация эксплуатации и сервисного обслуживания ВСНТ.**

### **Тема 5.1 Организация производства, ремонт и техническое обслуживание высокоскоростного тягового подвижного состава.**

Организация технического обслуживания и ремонта высокоскоростного подвижного состава. Планово-предупредительная система обслуживания и ремонта подвижного состава. Современные методы управления техническим состоянием подвижного состава. Контрольно-диагностические комплексы для оценки состояния подвижного состава в движении. Особенности устройства депо для обслуживания и ремонта высокоскоростного подвижного состава. Сервисное обслуживание скоростного и высокоскоростного подвижного состава на железных дорогах России. Системы и методы управления уровнем качества продукции. Технический контроль качества. Сертификация продукции. Стандарты ISO серии 9000.

***Практические занятия № 15 (в объёме 2 часов). Современные методы управления эксплуатацией и ремонтом высокоскоростного подвижного состава.***

Изучение новых методов обслуживания и ремонта ВСМ, в условиях цифровой трансформации железнодорожного транспорта.

**Тема 5.2 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, влияющие на надёжность подвижного состава. 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.

***Практические занятия № 16 (в объёме 8 часов). Комплексные показатели надёжности.***

Обработка статистических данных и расчёт комплексных показателей надёжности подвижного состава.

**Тема 5.3 Информационные технологии и системы диагностирования при эксплуатации и обслуживании высокоскоростного подвижного состава.**

Основные задачи и структура технической диагностики высокоскоростного подвижного состава. Виды и основные параметры технического состояния высокоскоростного подвижного состава. Классификация средств технической диагностики. Методы технического диагностирования оборудования и систем высокоскоростного подвижного состава. Автоматизированные системы контроля основных узлов и агрегатов высокоскоростного подвижного состава. Возможности компьютерных средств современной технической диагностики основных узлов и агрегатов подвижного состава. Современные перспективные компьютерные средства контроля основных узлов и агрегатов высокоскоростного подвижного состава.

***Практические занятия № 17 (в объёме 4 часов). Автоматизация диагностики высокоскоростного подвижного состава.***

Понятие предиктивной и прескриптивной диагностики, построение простейших алгоритмов предиктивной диагностики.

**Дисциплина 6. Тяговый привод.**

**Тема 6.1 Тяговые электродвигатели. Особенности тяговых электродвигателей для ВСНТ.**

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. Понятие поосного регулирования в электрической передаче локомотива. Электродинамическое торможение, силовая схема и ограничения, накладываемые на тормозную характеристику.

***Практические занятия № 18 (в объёме 10 часов). Математическое моделирование тягового привода.***

Особенности создания математической модели в пакете SimInTech для исследования характеристик колесно-моторного блока электропоезда 2ЭСГ.

**Тема 6.2 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.

**Практические занятия № 19 (в объёме 4 часов). Исследование характеристик колесно-моторного блока электропоезда ЭС2Г.**

Исследования характеристик колесно-моторного блока электропоезда 2ЭСГ на базе построенной математической модели в пакете SimInTech.

**Тема 6.3 Тяговые приводы высокоскоростного подвижного состава.**

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. Современные подходы к проектированию тягового привода. Анализ работы тягового привода.

**Практические занятия № 20 (в объёме 6 часов). Векторное управление асинхронным тяговым двигателем.**

**Дисциплина 7. Безопасность движения ВСНТ.**

**Тема 7.1 Нормативное и организационное обеспечение безопасной эксплуатации ВСНТ. Планирование и подтверждение обеспечения безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта.**

Организационное и нормативное обеспечение безопасной эксплуатации ВСМ. Правовая база, основные понятия и принципы технического регулирования; технические регламенты. Правовая база подтверждения соответствия, основные понятия о системах сертификации; формы подтверждения соответствия, схемы сертификации, органы по сертификации продукции и услуг. Планирование и подтверждение обеспечения безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта.

**Практические занятия № 21 (в объёме 6 часов). Требования ТР ТС 002/2011 Технического регламента Таможенного союза «О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта»**

Изучение основных положений технического регламента и схем декларирования соответствия продукции

**Тема 7.2 Правила технической эксплуатации железных дорог. Опыт подготовки локомотивных бригад.**

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 ВСМ, по основным профессиям хозяйств ВСМ. 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 высокоскоростного подвижного состава при движении поездов. Действия работников железнодорожного транспорта при обнаружении угрозы безопасности движения. Мероприятия по обеспечению безопасности движения на железнодорожном транспорте.

**Практические занятия № 22 (в объёме 6 часов). Требования приложения №9 ПТЭ.**

Изучение основных положений инструкции по эксплуатации объектов инфраструктуры, железнодорожного подвижного состава и организации движения на участках обращения скоростных и высокоскоростных пассажирских поездов со скоростью от 140 до 250 км/ч включительно.

### **Тема 7.3 Локомотивные устройства безопасности. Системы автоматического прицельного торможения.**

Основные и дополнительные локомотивные устройства безопасности (ЛУБ). Функции безопасности. Понятие функциональной безопасности. Автоматическая локомотивная сигнализация (АЛС) АЛСН и АЛС-ЕН. Безопасный локомотивный объединенный комплекс - БЛОК, и система обеспечения безопасности для высокоскоростных поездов - СОБ-400, устройство, структурные схемы и реализуемые функции. Принципы интервального регулирования движения поездов. Перспективные системы интервального регулирования. Система информирования машиниста (СИМ) и системы автоведения. Концепция развития локомотивных устройств безопасности.

***Практические занятия № 23 (в объёме 2 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 опыт практической работы не менее трёх лет в области профессиональной деятельности, соответствующей направленности программы.

### **Требования к материально-техническим условиям**

Для обеспечения проведения всех видов занятий используется электронная информационно-образовательная среда, с размещенным программным обеспечением и контентом в системе дистанционного обучения (далее – СДО) Союза «НЭО». Слушатели самостоятельно обеспечивают себя персональными компьютерами, ноутбуками или другими устройствами для входа в СДО Союза «НЭО». Рекомендуемая скорость подключения для работы всех программных средств составляет не менее 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 Союза «НЭО» <a href="https://sdo.unionsee.ru">https://sdo.unionsee.ru</a>	Образовательная платформа СДО Академии Союза «НЭО» разработана на основе системы управления данными и дает возможность идентификации слушателей, авторизованного входа и доступа к учебным материалам, опосредованного консультирования слушателей по учебным вопросам. Год разработки 2024.
2	Видеоконференцсвязь (ВКС) обеспечивается на платформе <a href="#">Яндекс Телемост</a> или аналогичной платформе ВКС	Видеоконференцсвязь (ВКС) обеспечивает проведение очных (контактных) занятий – вебинаров, в том числе лекционного и консультационного типа.
3	Телеграм канал «ДПО Союз «НЭО» <a href="https://t.me/+RqsdUi3RVS42MmRi">https://t.me/+RqsdUi3RVS42MmRi</a>	Телеграм канал «ДПО Союз «НЭО» дает возможность опосредованного консультирования слушателей по учебным вопросам.

### Общие требования к организации образовательного процесса

Реализация программы осуществляется по заочной форме, с применением дистанционных образовательных технологий. Для идентификации слушателей перед началом обучения организатору со стороны Заказчика высылаются на электронную почту, уникальная пара логин-пароль для доступа к информационно-образовательной среде в СДО Союза «НЭО» (далее – Учебный портал или Портал). После идентификации по индивидуальным логину и паролю на Портале, слушатель попадает в личный электронный кабинет, в котором ему доступны: учебный план программы ДПО, учебный график, учебные материалы по дисциплинам (контент), итоговый контроль знаний в виде электронных тестов, электронная среда (Телеграм канал «ДПО Союз «НЭО»). 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 совершенствования профессиональных компетенций слушатель проходит через этапы освоения учебных материалов, обсуждение изученного с преподавателями через электронную среду Портала и контроль знаний.

Соотношение объёма занятий, проводимых путём непосредственного взаимодействия педагогического работника со слушателем посредством дистанционных образовательных технологий составляет не менее 20% от общего объёма учебной программы. Индивидуальные консультации слушателей с преподавателем проводятся посредством общения через Телеграм канал

«ДПО Союз «НЭО», видеозвонки в мобильных приложениях, эл. почту или по телефону. Контактные данные и правила пользования Учебным порталом для связи с преподавателем размещаются на Учебном портале.

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.

В ходе обучения вне сетки расписаний предусматривается проведение консультаций для слушателей по наиболее сложным вопросам программы.

Промежуточный контроль осуществляется через прохождение слушателями тестирования по дисциплинам. Вопросы в тесте 10, на каждый вопрос в зависимости от его сложности дается от 1 до 3 минут.

В зависимости от набранных баллов слушателю выставляется оценка: менее 60% верных ответов – «не зачтено», 60% и более верных ответов – «зачтено».

Обучение завершается итоговой аттестацией. При итоговой аттестации в качестве оценочных материалов используются тестовые задания по дисциплинам. Вопросы в тесте 20-25, на каждый вопрос и задание в зависимости от его сложности дается от 1 до 3 минут.

В зависимости от набранных баллов программа выставляет слушателям оценку: менее 70% верных ответов – «не зачтено», 70% и более верных ответов – «зачтено». Идентификация слушателей проводится по паре логин-пароль, необходимой для входа на учебный портал.

Итоговая аттестация проводится в режиме компьютерного тестирования. Продолжительность сдачи – 4 часа.

Результаты зачета заносятся в ведомость итоговой аттестации с выставлением оценок.

### **Формы аттестации**

Промежуточный контроль и итоговая аттестация слушателей проводятся в формах, определенных учебным планом.

Форма итоговой аттестации – зачет (тестирование).

# ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

## Тестовые задания для промежуточной аттестации

### Дисциплина I

#### 1. Что включает в себя понятие «Моделирование»:

- a) процесс замены реального объекта (процесса, явления) моделью, отражающей его существенные признаки с точки зрения достижения конкретной цели;
- b) процесс демонстрации моделей одежды в салоне мод;
- c) процесс неформальной постановки конкретной задачи;
- d) процесс замены реального объекта (процесса, явления) другим материальным или идеальным объектом;
- e) процесс выявления существенных признаков рассматриваемого объекта.

#### 2. Что включает в себя понятие «Модель»:

- a) фантастический образ реальной действительности;
- b) материальный или абстрактный заменитель объекта, отражающий его пространственно-временные характеристики;
- c) материальный или абстрактный заменитель объекта, отражающий его существенные характеристики;
- d) описание изучаемого объекта средствами изобразительного искусства;
- e) информация о несущественных свойствах объекта.

#### 3. При изучении объекта реальной действительности можно создать:

- a) одну единственную модель;
- b) несколько различных видов моделей, каждая из которых отражает те или иные существенные признаки объекта;
- c) одну модель, отражающую совокупность признаков объекта;
- d) точную копию объекта во всех проявлениях его свойств и поведения;
- e) вопрос не имеет смысла.

#### 4. Процесс построения модели, как правило, предполагает:

- a) описание всех свойств исследуемого объекта;
- b) выделение наиболее существенных с точки зрения решаемой задачи свойств объекта;
- c) выделение свойств объекта безотносительно к целям решаемой задачи;
- d) описание всех пространственно-временных характеристик изучаемого объекта;
- e) выделение не более трех существенных признаков объекта.

#### 5. Натурное моделирование это:

- a) моделирование, при котором в модели узнается моделируемый объект, то есть натурная модель всегда имеет визуальную схожесть с объектом- оригиналом;
- b) создание математических формул, описывающих форму или поведение объекта-оригинала;
- c) моделирование, при котором в модели узнается какой-либо отдельный признак объекта-оригинала;
- d) совокупность данных, содержащих текстовую информацию об объекте-оригинале;
- e) создание таблицы, содержащей информацию об объекте-оригинале.

#### 6. Информационной моделью объекта *нельзя* считать:

- a) описание объекта-оригинала с помощью математических формул;
- b) другой объект, не отражающий существенных признаков и свойств объекта-оригинала;
- c) совокупность данных в виде таблицы, содержащих информацию о качественных и количественных характеристиках объекта-оригинала;
- d) описание объекта-оригинала на естественном или формальном языке;
- e) совокупность записанных на языке математики формул, описывающих поведение объекта-оригинала.

#### 7. Математическая модель объекта — это:

- a) созданная из какого-либо материала модель, точно отражающая внешние признаки объекта-оригинала;

- b) описание в виде схемы внутренней структуры изучаемого объекта;
- c) совокупность данных, содержащих информацию о количественных характеристиках объекта и его поведения в виде таблицы;
- d) совокупность записанных на языке математики формул, отражающих те или иные свойства объекта-оригинала или его поведение;
- e) последовательность электрических сигналов.

**8. К числу математических моделей относится:**

- a) милицейский протокол;
- b) правила дорожного движения;
- c) формула нахождения корней квадратного уравнения;
- d) кулинарный рецепт;
- e) инструкция по сборке мебели

**9. К числу документов, представляющих собой информационную модель управления государством, можно отнести:**

- a) Конституцию РФ;
- b) географическую карту России;
- c) Российский словарь политических терминов;
- d) схему Кремля;
- e) список депутатов государственной Думы.

**10. К информационным моделям, описывающим организацию учебного процесса в школе, можно отнести:**

- a) классный журнал;
- b) расписание уроков;
- c) список учащихся школы;
- d) перечень школьных учебников;
- e) перечень наглядных учебных пособий.

**11. Табличная информационная модель представляет собой:**

- a) набор графиков, рисунков, чертежей, схем, диаграмм;
- b) описание иерархической структуры строения моделируемого объекта;
- c) описание объектов (или их свойств) в виде совокупности значений, размещаемых в таблице;
- d) систему математических формул;
- e) последовательность предложений на естественном языке.

**12. Отметь ЛОЖНОЕ продолжение к высказыванию: “К информационному процессу поиска информации можно отнести...”:**

- a) непосредственное наблюдение;
- b) чтение справочной литературы;
- c) запрос к информационным системам;
- d) построение графической модели явления;
- e) прослушивание радиопередач.

**13. Отметь ИСТИННОЕ высказывание:**

- a) непосредственное наблюдение — это хранение информации;
- b) чтение справочной литературы — это поиск информации;
- c) запрос к информационным системам — это защита информации;
- d) построение графической модели явления — это передача информации;
- e) прослушивание радиопередачи — это процесс обработки информации.

**14. Рисунки, карты, чертежи, диаграммы, схемы, графики представляют собой:**

- a) табличные информационные модели;
- b) математические модели;
- c) натурные модели;
- d) графические информационные модели;
- e) иерархические информационные модели.

**15. Описание глобальной компьютерной сети Интернет в виде системы**

**взаимосвязанных следует рассматривать как:**

- a) натурную модель;
- b) табличную модель;
- c) графическую модель;
- d) математическую модель;
- e) сетевую модель.

**16. Файловая система персонального компьютера наиболее адекватно может быть описана в виде:**

- a) табличной модели;
- b) графической модели;
- c) иерархической модели;
- d) натурной модели;
- e) математической модели.

**17. В биологии классификация представителей животного мира представляет собой:**

- a) иерархическую модель;
- b) табличную модель;
- c) графическую модель;
- d) математическую модель;
- e) натурную модель.

**18. Расписание движение поездов может рассматриваться как при:**

- a) табличной модели;
- b) графической модели;
- c) иерархической модели;
- d) натурной модели;
- e) математической модели.

**19. Географическую карту следует рассматривать скорее всего как:**

- a) математическую информационную модель;
- b) вербальную информационную модель;
- c) табличную информационную модель.
- d) графическую информационную модель;
- e) натурную модель.

**20. К числу самых первых графических информационных моделей следует отнести**

- a) наскальные росписи;
- b) карты поверхности Земли;
- c) книги с иллюстрациями;
- d) строительные чертежи и планы;
- e) иконы.

**21. Укажите ЛОЖНОЕ утверждение:**

- a) “Строгих правил построения любой модели сформулировать невозможно”;
- b) “Никакая модель не может заменить само явление, но при решении конкретной задачи она может оказаться очень полезным инструментом»;
- c) “Совершенно неважно, какие объекты выбираются в качестве моделирующих — главное, чтобы с их помощью можно было бы отразить наиболее существенные черты, признаки изучаемого объекта”;
- d) “Модель содержит столько же информации, сколько и моделируемый объект”;
- e) “Все образование — это изучение тех или иных моделей, а также приемов их использования”.

**22. Построение модели исходных данных; построение модели результата, разработка алгоритма, разработка и программы, отладка и исполнение программы, анализ и интерпретация результатов — это:**

- a) разработка алгоритма решения задач;
- b) список команд исполнителю;
- c) анализ существующих задач;

- d) этапы решения задачи с помощью компьютера;
- e) алгоритм математической задачи.

**23. В качестве примера модели поведения можно назвать:**

- a) список учащихся школы;
- b) план классных комнат;
- c) правила техники безопасности в компьютерном классе;
- d) план эвакуации при пожаре;
- e) чертежи школьного здания.

**24. Компьютерное имитационное моделирование ядерного взрыва НЕ позволяет:**

- a) экспериментально проверить влияние высокой температуры и облучения на природные объекты;
- b) провести натурное исследование процессов, протекающих в природе в процессе взрыва и после взрыва;
- c) уменьшить стоимость исследований и обеспечить безопасность людей;
- d) получить достоверные данные о влиянии взрыва на здоровье людей;
- e) получить достоверную информацию о влиянии ядерного взрыва на растения и животных в зоне облучения.

**25. С помощью компьютерного имитационного моделирования НЕЛЬЗЯ изучать:**

- a) демографические процессы, протекающие в социальных системах;
- b) тепловые процессы, протекающие в технических системах;
- c) инфляционные процессы в промышленно-экономических системах;
- d) процессы психологического взаимодействия учеников в классе;
- e) траектории движения планет и космических кораблей в безвоздушном пространстве.

**26. Приближенным числом  $a$  называют число, незначительно отличающиеся от:**

- a) точного  $A$ ;
- b) неточного  $A$ ;
- c) среднего  $A$
- d) точного не известного) приблизительного  $A$

**27.  $a$  называется приближенным значением  $A$  по недостатку, если**

- a)  $a < A$
- b)  $a > A$
- c)  $a = A$
- d)  $a \geq A$
- e)  $a \leq A$

**28.  $a$  называется приближенным значением числа  $A$  по избытку, если**

- a)  $a > A$
- b)  $a < A$
- c)  $a = A$
- d)  $a \geq A$
- e)  $a \leq A$

**29. Под ошибкой или погрешностью  $\Delta a$  приближенного числа  $a$  обычно понимается разность между соответствующим точным числом  $A$  и данным приближением, т.е.**

- a)  $\Delta a = A - a$
- b)  $\Delta a = A + a$
- c)  $\Delta a = A/a$
- d)  $a = \Delta a - A$
- e)  $A = \Delta a + A$

**30. Если ошибка положительна  $A >$ , то**

- a)  $\Delta a > 0$
- b)  $\Delta a < 0$
- c)  $\Delta a = 0$
- d)  $\Delta a \leq 0$
- e)  $a > a$

**31. Абсолютная погрешность приближенного числа**

- a)  $\Delta = |\Delta a|$
- b)  $\Delta a = a$
- c)  $\Delta = |a|$
- d)  $A = |\Delta a|$
- e)  $\Delta a = |\Delta b|$

**32. Абсолютная погрешность**

- a)  $\Delta = |A - a|$
- b)  $\Delta A = a$
- c)  $\Delta = |B - a|$
- d)  $a = |A + a|$
- e)  $\Delta a = |A + b|$

**33. Предельную абсолютную погрешность вводят если**

- a) число  $A$  не известно
- b) число  $a$  не известно
- c)  $\Delta$  не известно
- d)  $A - a$  не известно
- e) не известно  $B$

**34. Предельная абсолютная погрешность**

- a)  $\Delta a$
- b)  $\Delta b$
- c)  $\Delta A$
- d)  $A$
- e)  $AA$

**35. Определить предельную абсолютную погрешность числа  $a = 3,14$ , заменяющего число** $\pi$ 

- a) 0,002
- b) 0,001
- c) 3,141
- d) 0,2
- e) 0,003

**36. Относительная погрешность**

- a)  $\sigma = \Delta/|A|$
- b)  $\sigma = \Delta$
- c)  $\sigma = \Delta/b$
- d)  $\sigma = c/a$
- e)  $\sigma = a - A$

**37. Погрешность, связанная с самой постановкой математической задачи**

- a) погрешность задачи
- b) погрешность метода
- c) остаточная погрешность
- d) погрешность действия
- e) начальная

**38. Погрешности, связанная с наличием бесконечных процессов в математическом анализе**

- a) остаточная погрешность
- b) абсолютная
- c) относительная
- d) погрешность условия
- e) начальная погрешность

**39. Погрешности, связанные с наличием в математических формулах, числовых параметров**

- a) начальном

- b) конечной
- c) абсолютной
- d) относительной
- e) остаточной

**40. Погрешности, связанные с системой счисления**

- a) погрешность округления
- b) погрешность действий
- c) погрешности задач
- d) остаточная погрешность
- e) относительная погрешность

**41. Округлить число  $\pi = 3,1415926535\dots$  до пяти значащих цифр**

- a) 3,1416
- b) 3,1425
- c) 3,142
- d) 3,14
- e) 0,1415

**42. Абсолютная погрешность при округлении числа  $\pi$  до трёх значащих цифр**

- a)  $0,5 \cdot 10^{-2}$
- b)  $0,5 \cdot 10^{-3}$
- c)  $0,5 \cdot 10^{-4}$
- d)  $0,5 \cdot 10^{-1}$
- e) 0,5

**43. Предельная абсолютная погрешность разности**

- a)  $\Delta u = \Delta x_1 + \Delta x_2$
- b)  $\Delta u = a + b$
- c)  $\Delta u = A + b$
- d)  $\Delta = x_1 + x_2$
- e)  $\Delta a = b + c$

**44. С помощью этого метода число верных цифр примерно удваивается на каждом этапе по сравнению с первоначальным количеством**

- a) процесс Герона
- b) формула Тейлора
- c) формула Маклорена
- d) метод Крамера
- e) процесс Даломбера

**45. Методом половинного деления уточнить корень уравнения  $x^4 + 2x^3 - x - 1 = 0$**

- a) 0,867
- b) 0,234
- c) 0,2
- d) 0,43
- e) 0,861

**46. Используя метод хорд найти положительный корень уравнения  $x^4 - 0,2x^2 - 0,2x - 1,2 = 0$**

- a)  $1,198 + 0,0020$
- b)  $1,16 + 0,02$
- c)  $2 + 0,1$
- d)  $3,98 + 0,001$
- e)  $4,2 + 0,0001$

**47. Вычислить методом Ньютона отрицательный корень уравнения  $x^4 - 3x^2 + 75x - 10000 = 0$**

- a) -10,261
- b) -10,31
- c) -5,6
- d) -3,2

e)  $-0,44$

**48. Метод, представляющий собой конечные алгоритмы для вычисления корней системы**

- a) точный метод
- b) метод релаксации
- c) метод итерации
- d) приближенный метод
- e) относительный метод

**49. Метод позволяющий получить корни системы с заданной точностью путем сходящихся бесконечных процессов**

- a) итерационный метод
- b) точный метод
- c) приближенный метод
- d) относительный метод
- e) метод Зейделя

**50. Как иначе называют метод бисекций?**

- a) Метод половинного деления
- b) Метод хорд
- c) Метод пропорциональных частей
- d) Метод «начального отрезка»
- e) Метод коллокации

**51. Отделение корней можно выполнить двумя способами:**

- a) аналитическим и графическим
- b) приближением и отделением
- c) аналитическим и систематическим
- d) систематическим и графическим
- e) приближением последовательным и параллельным

**52. Метод хорд:**

- a) Частный случай метода итераций
- b) Частный случай метода коллокации
- c) Частный случай метода прогонки
- d) Частный случай метода квадратных корней
- e) Частный случай метода Гаусса

**53. Как иначе называют метод Ньютона?**

- a) Метод касательных
- b) Метод коллокации
- c) Метод прогонки
- d) Метод итераций
- e) Метод хорд

**54. Как иначе называют метод хорд?**

- a) Метод пропорциональных частей
- b) Метод касательных
- c) Метод коллокации
- d) Метод бисекций
- e) Метод квадратных корней

**55. Метод хорд имеет еще одно имя:**

- a) Метод пропорциональных частей
- b) Метод касательных
- c) Метод бисекций
- d) Метод коллокации
- e) Метод прогонки

**56. Что общего у метода хорд и метода итераций?**

- a) Общая скорость и свойство самоисправляемости

- b) Свойство самоисправляемости
- c) Общая скорость
- d) Легкость при решении
- e) Требуется нахождение производной

**57. Метод Ньютона:**

- a) обладает свойством самоисправляемости и имеет высокую скорость сходимости
- b) дает большой выигрыш во времени
- c) занимает очень много времени
- d) предельно прост
- e) надежен

**58. Все методы вычисления интегралов делятся на:**

- a) Точные и приближенные
- b) Прямые и итеративные
- c) Прямые и косвенные
- d) Аналитические и графические
- e) Приближенные и систематические

**59. Точный метод вычисления интегралов был предложен:**

- a) Ньютоном и Лейбницем
- b) Ньютоном и Гауссом
- c) Гауссом и Стирлингом
- d) Вольтерром
- e) Гауссом и Крамером

**60. Приближенные методы вычисления интегралов можно разделить на 2 группы:**

- a) аналитические и численные
- b) аналитические и графические
- c) систематические и численные
- d) систематические и случайные
- e) приближенные и непрближенные

## Дисциплина II

1. **Боксование колесных пар локомотива есть следствие:**
  - a) уменьшение сцепления в зоне колесо-рельс
  - б) заклинивания колесных пар;
  - в) неисправности тормозов
2. **Какой из агрегатов Э.П.С. ограничивает высокую скорость движения:**
  - a) пантограф;
  - б) тележки;
  - в) тяговые двигатели
3. **С какой целью производится развеска локомотива:**
  - a) 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:**
  - a) коэффициентом сцепления;
  - б) коэффициентом трения;
  - в) тормозным коэффициентом.
5. **При движении поезда по прямому горизонтальному участку пути, на него действует:**
  - a) основное сопротивление;
  - б) дополнительное сопротивление;
  - в) сопротивление при трогании с места.

6. **Графическая зависимость в виде параболы, характеризует следующие зависимости:**
- удельного сопротивления от скорости;
  - удельного сопротивления от нагрузки на ось;
  - удельного сопротивления от массы состава.
7. **Диаграмма удельных ускоряющих усилий соответствует режиму:**
- тяги;
  - холостого хода;
  - торможения.
8. **Масса состава рассчитывается на:**
- расчетном подъеме;
  - максимальном спуске;
  - максимальном подъеме.
9. **Масса состава грузового поезда определяется:**
- на самом трудном элементе профиля пути;
  - на самом легком элементе профиля пути;
  - на станционном элементе.
10. **Масса состава рассчитывается при:**
- расчетной скорости;
  - автоматической скорости;
  - конструкционной скорости.
11. **Дополнительное сопротивление движению подвижного состава от уклона численно равно:**
- уклону элемента;
  - произведению длина на уклон;
  - длине элемента.
12. **Дополнительное сопротивление движению от кривизны пути равно:**
- отношению длины кривой к радиусу кривой;
  - отношению радиуса кривой к длине кривой;
  - произведению радиуса кривой на длину кривой.
13. **В процессе движения поезда по перегону значения скорости изменяются в пределах:**
- от расчетной до допустимой;
  - от нуля до конструкционной;
  - от автоматической до допустимой.
14. **При увеличении скорости движения локомотива, его сила тяги, согласно тяговой характеристике:**
- уменьшается;
  - увеличивается;
  - остаётся неизменной.
15. **Кривая скорости – это графическая зависимость, которая:**
- то возрастает, то убывает;
  - постоянно убывает;
  - 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:**
- техническая скорость;
  - участковая скорость;
  - маршрутная скорость.
17. **Кривая времени это графическая зависимость, которая:**
- постоянно возрастает;
  - постоянно убывает;
  - то возрастает, то убывает.

18. При определении времени хода грузового поезда по участку методом равномерных скоростей три дополнительные минуты распределяются следующим образом:
- 2 мин. на разгон, 1 мин. на замедление;
  - 1 мин. на разгон, 2 мин. на замедление;
  - 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:
- поезд движется равномерно;
  - поезд движется равнозамедленно;
  - поезд движется равноускоренно.
20. В режиме тяги на поезд действуют следующие силы:
- сила тяги и сила сопротивления движению;
  - тормозные силы и силы сопротивления движению;
  - сила тяги.
21. Коэффициент сцепления колес с рельсами представляет собой отношение:
- максимальной силы тяги к сцепной массе локомотива;
  - сцепной массы локомотива к максимальной силе тяги;
  - максимальной силы тяги к массе состава.

### Дисциплина III

- Что называется обрессоренными частями?**
  - элементы, расположенные выше рессор,
  - элементы, передающие нагрузки на рельс непосредственно или через другие (неупругие) элементы;
  - элементы, связанные с рельсами через рессоры.
- Каково назначение гасителя колебаний?**
  - уменьшать амплитуду колебаний;
  - смягчать удары при проходе стыков;
  - выполнять функции рессор при выходе их из строя.
- Что называется резонансом?**
  - резкое возрастание амплитуд колебаний при совпадении собственной и вынужденной частот;
  - скорость, при которой экипаж начинает терять устойчивость;
  - превышение критическое скорости движения экипажа.
- В каком диапазоне считается нормой непогашенное горизонтальное ускорение?**
  - $0,4 - 1 \text{ м/с}^2$ ;
  - $0,9 - 1,6 \text{ м/с}^2$ ;
  - $1,5 - 2,0 \text{ м/с}^2$
- Какая максимальная скорость выбрана при проектировании ВСМ Москва – Санкт Петербург?**
  - 400 км/ч
  - 350 км/ч
  - 250 км/ч
- С какой целью в кривой наружный рельс возвышают над внутренним?**
  - для уменьшения влияния центробежной силы на ПС.
  - для повышения тяговых характеристик необмоторенных вагонов
  - для снижения сопротивления движения в кривой
- Какая максимальная удельная мощность потребления электроэнергии на тягу принята согласно нормам Международного союза железных дорог на двухпутных высокоскоростных (300-350 км/ч) линиях?**
  - 3 МВт/км
  - 4 МВт/км
  - 10 МВт/км

- 8. Что такое галопирование?**
- а) колебания ПС в виде поворота вокруг оси у
  - б) вибрация на колёсных парах ПС
  - в) микропроскальзование колеса по рельсу при реализации силы тяги
- 9. Средний показатель плавности хода в соответствии с ОСТ 24.050.16-85 должен быть не более:**
- а) 3,25
  - б) 3,5
  - в) 1
- 10. Что изучает аэродинамика ПС:**
- а) взаимодействие воздушной среды и движущегося поезда;
  - б) взаимодействие встречного потока ветра и стоящего поезда;
  - в) взаимодействие экипажа и рельсового пути;
- 11. Оценка устойчивости от опрокидывания ПС производится при движении:**
- а) экипажа по кривым участкам пути;
  - б) ПС по мостам и акведукам при сильном боковом ветре;
  - в) в сейсмоопасных районах.
- 12. Какую роль играют упругие элементы рессорного подвешивания?**
- а) снижают частоту колебаний подрессорного строения локомотива
  - б) сглаживают ударные нагрузки от пути
  - в) повышают тяговые свойства локомотива
- 13. Что называется жертвенной частью кузова ПС?**
- а) часть кузова, поглощающая значительную часть энергии соударения, при этом разрушается
  - б) часть кузова, в которой неизбежны жертвы при столкновении ПС
  - в) часть кузова имеющее наибольшую прочность
- 14. Крип и его влияние на сцепление колес с рельсом**
- а) повышает коэффициент сцепления
  - б) повышает динамическое воздействие на путь
  - в) способствует возникновению боксования
- 15. Какие тормоза являются основными на высокоскоростном ПС?**
- а) пневматические
  - б) магниторельсовые
  - в) электрические
- 16. Принцип действия аэродинамических тормозов:**
- а) создание дополнительного сопротивления движению поезда от воздушного потока
  - б) создание дополнительной тормозной силы от трения тормозного башмака по рельсу
  - в) создание дополнительной тормозной силы от электрического тормоза
- 17. При каких скоростях эффективны аэродинамические тормоза:**
- а) свыше 200 км/ч
  - б) до 300 км/ч
  - в) во всём скоростном диапазоне
- 18. Какие тормоза пополняют утечки сжатого воздуха при торможении**
- а) неистощимые
  - б) нежесткие
  - в) электродинамические
- 19. Тяговая характеристика электропоезда представляет собой кривую, имеющую форму**
- а) параболы
  - б) гиперболы
  - в) синусоиды
- 20. К какому виду упругих элементов относятся поводковые устройства**

- а) резиновому
- б) стальному
- в) пневматическому

#### Дисциплина IV

**1. По виду управляющего сигнала, вырабатываемого автоматическим регулятором, системы автоматического регулирования бывают:**

- а) непрерывные
- б) релейные
- в) дискретные
- г) квазистатические

**2. Замкнутая система автоматического регулирования с обратной связью реализует принцип регулирования:**

- а) по отклонению
- б) по возмущению
- в) по заданию
- г) по требованию

**3. Что является целью управления в системе автоматического регулирования:**

- а) поддержание регулируемой переменной на заданном уровне;
- б) изменение регулируемой переменной по заранее известному закону;
- в) изменение регулируемой переменной по заранее неизвестному закону;
- г) обеспечение стремления регулируемой переменной к нулю при  $t \rightarrow \infty$ .

**4. Что является целью управления в следящей системе:**

- а) изменение регулируемой переменной по заранее неизвестному закону;
- б) изменение регулируемой переменной по заранее известному закону;
- в) поддержание регулируемой переменной на заданном уровне;
- г) обеспечение стремления регулируемой переменной к нулю при  $t \rightarrow \infty$ .

**5. Переходная функция это:**

- а) реакция системы на единичное ступенчатое воздействие;
- б) реакция системы на гармоническое входное воздействие;
- в) реакция системы на импульсное воздействие;
- г) реакция системы на линейно растущий сигнал.

**6. Импульсная функция это:**

- 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.

**7. Что такое ЛЧХ?**

- а) линейная частотная характеристика;
- б) логарифмическая частотная характеристика;
- в) логарифмическая частная характеристика;
- г) линейная частная характеристика.

**8. Способность системы возвращаться в исходное положение после прекращения малых возмущающих воздействий:**

- а) устойчивость
- б) перерегулирование;
- в) степень затухания;
- г) линеаризация.

**9. Система, которая отличается наличием человеческого фактора, является:**

- а) автоматизированной;
- б) автоматической;
- в) автомеханической;
- г) статической.

**10. Интервал времени от начала переходного процесса до момента, когда отклонение выходной величины от ее нового установившегося значения становится меньше определенной достаточно малой величины, называется:**

- а) время регулирования;
- б) степень затухания;
- в) перерегулирование;
- г) постоянная времени

**11. Как зависит выходное значение пропорционального регулятора от рассогласования:**

- а) Пропорционально;
- б) не зависит;
- в) обратная зависимость;
- г) косвенная.

**12. В разомкнутой системе управления отсутствует:**

- а) обратная связь;
- б) управляющий элемент;
- в) исполнительный элемент;
- г) задающий элемент.

**13. Что такое АФЧХ?**

- а) амплитудно-фазовая частотная характеристика;
- б) аналогово-фазовая чувствительная характеристика;
- в) амплитудно-фиктивная частотная характеристика;
- г) амплитудно-фазовая частная характеристика.

**14. 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.

**15. 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.

**16. Передаточная функция звена  $W(p)$  – это отношение:**

- а) выходной величины к входной;
- б) входной величины к выходной;
- в) входного сигнала к сигналу рассогласования;
- г) сигнала рассогласования к сигналу задания.

**17. Комплексная частотная функция звена получается путем замены в выражении передаточной функции  $W(p)$ :**

- а)  $p$  на  $j \cdot \omega$ ;
- б)  $p$  на  $j$ ;
- в)  $p$  на  $t$ ;
- г)  $p$  на  $\omega t$ .

**18. Нелинейные системы приводятся к линейным с помощью:**

- а) линеаризации;
- б) автономизации;
- в) гармонизации;
- г) астигматизма.

**19. ПИД регулятор является**

- а) линейным;

- б) нелинейным;
- в) квазистатическим;
- г) гармоническим.

**20. Какой компонент не входит в ПИД регулятор**

- а) Квазистатический;
- б) Пропорциональный;
- в) Интегральный;
- г) Дифференциальный;

**21. В чем опасность увеличения дифференциального коэффициента ПИД регулятора**

- а) усиление шумового воздействия на процесс регулирования;
- б) замедление процесса регулирования;
- в) снижение перерегулирования;
- г) замыкание регулятора.

**22. Какому уровню систем управления соответствует инвертор для тягового электродвигателя переменного тока:**

- а) Полевой уровень;
- б) Уровень АСУТП;
- в) Уровень диспетчеризации;
- г) Уровень управления производством.

**23. Какому уровню систем управления соответствует система автоведения поезда:**

- д) Уровень АСУТП;
- е) Полевой уровень;
- ж) Уровень диспетчеризации;
- з) Уровень управления производством.

**24. Отличительной чертой промышленного интерфейса является**

- а) детерминизм;
- б) астатизм;
- в) неологизм;
- г) абстракция.

**25. Чем отличаются системы управления реального времени от других:**

- а) Выполнением функции управления в известное время;
- б) Отличия отсутствуют;
- в) Управлением по замкнутому циклу;
- г) Управлением в открытом цикле.

**26. Чем обеспечивается отказоустойчивость сетевого промышленного интерфейса:**

- а) Существующими одновременно несколькими маршрутами передачи пакета;
- б) Двумя и более коммутаторами;
- в) Шинной топологией;
- г) Фрагментацией сети.

**27. Какой программный уровень современной микропроцессорной системы управления абстрагирует прикладное ПО от аппаратного обеспечения:**

- а) Гипервизор
- б) Брандмауэр
- в) Операционная система
- г) Приложение

**28. К каким автоматическим системам относится комплексное локомотивное устройство безопасности:**

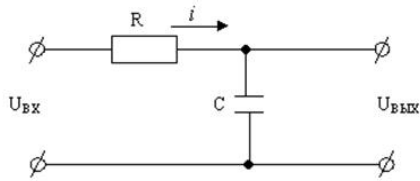
- а) системам безопасности движения;
- б) системам автоматического торможения;
- в) системам автоведения;

г) системам диагностики.

29. Передаточная функция какого динамического звена имеет вид  $W(p)=k$ ?

- а) безинерционного;
- б) запаздывающего;
- в) дифференцирующего;
- г) интегрирующего;
- д) инерционного.

30. Какое типовое звено электрического элемента автоматики представлено на схеме?



- а) инерционное;
- б) колебательное;
- в) дифференцирующее;
- г) безинерционное;
- д) запаздывающее

### Дисциплина V

1. 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.

2. Что называется нормой времени:

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

3. 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.

4. Что является основой эксплуатационной работы на железных дорогах:

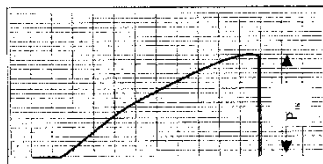
- а) план перевозок грузов
- б) план работы подвижного состава
- в) график движения поездов

5. На эскизе показано:



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

6. На диаграмме запрессовки колеса на ось, показанной на рисунке, символ  $P_{zk}$  обозначает:



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

7. Укажите количество рабочих, занятых на выполнении операции.

		01001.00020		10	1
ВЧД-07	106.01.000-СБ		2407 10001.00003		
Автоцепка 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   Тшт   Тшт
Л/М	Наименование детали, сб. единицы или материала				
Н/М	Обозначение, код		ОПП	ЕВ	ЕН   КИ   Н.расх
В01	КПА 01 005		Слесарная		
Г 02	2407.20001.00001, ИОТ-1				
Д 03	стенд Т 1119 ПКБ ЦВ				
Е 04	8281	4	11	1	1 1,12
О05	Разобрать автоцепку				
Т06	Ключ 7811-0023 ГОСТ 2839-80. Зубья 2810-0154 ГОСТ 7211-86				
07	Молоток 7850-0118 ГОСТ 2310-77				
др					

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

**8. 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.

**9. Может ли объект быть неисправным, но работоспособным?**

- а) да, может;  
 б) нет, не может;  
 в) может, если неисправность легко устранима;  
 г) не может однозначно, если неисправность серьезна.

**10. 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.

**11. Как в общем можно охарактеризовать надежность железнодорожной техники:**

- а) способность железнодорожной техники  
 б) функция железнодорожной техники  
 в) экономическая характеристика железнодорожной техники

**12. К какой группе факторов влияющих на надёжность локомотивов относится модернизация ТПС**

- а) группа факторов, оказывающих непосредственное влияние  
 б) группа факторов, оказывающих косвенное влияние  
 в) группа факторов, не оказывающих какого-либо влияния

**13. Жизненный цикл железнодорожного подвижного состава должен состоять из следующих стадий:**

- а) определение исходных требований; разработка; производство; эксплуатация; модернизация; утилизация  
 б) разработка; испытания; производство; эксплуатация; модернизация; утилизация  
 в) определение исходных требований; разработка; производство; эксплуатация; усовершенствование; утилизация

**14. Коэффициент технической готовности ТПС:**

$$а) K = \frac{T_{\text{рсп.с.}}}{T_{\text{экспл.}}}$$

$$б) K = \frac{T_p}{L_2 + T_p}$$

$$в) K = \frac{L_2}{L_2 + T_p}$$

**15. Показатели надёжности:**

- а) единичный, комплексный, расчётный, экспериментальный, эксплуатационный  
 б) прямолинейный, комплексный, расчётный, экспериментальный, эксплуатационный  
 в) единичный, комплексный, эмпирический, экспериментальный, эксплуатационный

**16. Методы ремонта ТПС**

- а) обезличенный, необезличенный, комбинированный  
 б) параллельный, перпендикулярный, комбинированный  
 в) агрегатный, неагрегатный, полноцикловый

**17. Что такое предиктивная диагностика**

- а) диагностика, целью которой является прогнозирование отказов  
 б) диагностика, целью которой является выявление отказов  
 в) диагностика, целью которой является устранение отказов

**18. Какую систему ремонта внедряют зарубежные компании по ремонту ТПС**

- а) комплексное обслуживание оборудования, в совокупности с прогнозным обслуживанием  
 б) планово-предупредительную систему ремонта, в совокупности с ремонтом по факту возникновения неисправности  
 в) по факту возникновения неисправности

**19. Какой подход к организации ремонта ТПС считается перспективным**

- а) цикличное распределение объёмов работ в зависимости от ресурса оборудования  
 б) цикличное распределение объёмов работ в зависимости от технического состояния локомотива  
 в) цикличное распределение объёмов работ в зависимости от времён года

**20. Сетевым графиком называется**

- а) информационная математическая модель  
 б) физическая модель  
 в) алгоритмическая модель

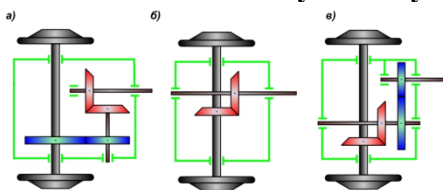
**Дисциплина VI**

**1. Что изображено на рисунке?**



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

**2. Укажите кинематическую схему конико-цилиндрического редуктора**



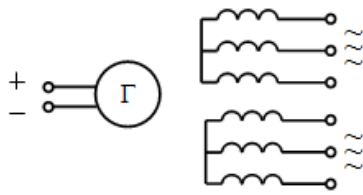
- а);  
 б);  
 в);

**3. 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;

4. Обозначение какой электрической машины показано на рисунке?



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

5. Какое возбуждение имеет электрическая машина?

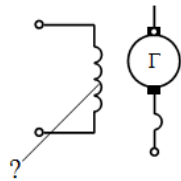


- а) последовательное (серийное)
- б) независимое
- в) смешанное
- г) параллельное
- д) не имеет возбуждения

6. 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

7. Укажите правильное название обмотки



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

8. 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

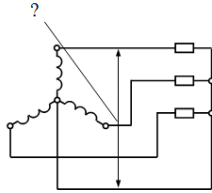
9. Как будет изменяться скорость вращения вала двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением при плавном уменьшении напряжения на его зажимах?

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

10. 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

11. Назовите правильно напряжение между линейным и нулевым проводами

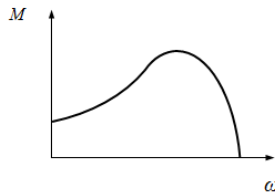


- а) фазное
- б) напряжение на нагрузке
- в) линейное
- г) трехфазное
- д) напряжение сети

12. 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

13. 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

14. Какой тяговый электродвигатель способен работать в емкостном режиме:

- а) синхронный;
- б) асинхронный;
- в) постоянного тока;
- г) ни один из перечисленных.

15. Электродвигатель предназначен для:

- а) преобразования механической энергии в электрическую;
- б) изменения параметров электрической энергии;
- в) преобразования электрической энергии в механическую;
- г) повышения коэффициента мощности линий электропередачи.

16. Преобразователь тягового привода предназначен для:

- а) преобразования электрической энергии в механическую;
- б) преобразования параметров электрической энергии (тока, напряжения, частоты);
- в) преобразования параметров механической энергии (частоты вращения, силы, скорости);
- г) преобразования механической энергии в электрическую.

17. Как преобразователи применяют для питания асинхронных тяговых электродвигателей на электровазах постоянного тока

- а) автономный инвертор;
- б) инвертор введомый сетью;
- в) выпрямительно-инверторный преобразователь;
- г) трансформатор.

18. 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.

**19. К чему приводит снижение коэффициента мощности**

- а) К увеличению реактивной мощности;
- б) К увеличению активной мощности;
- в) К уменьшению активного тока;
- г) К повышению напряжения на двигателе.

**20. Что означает опорно-осевое подвешивание тягового электродвигателя (ТЭД)**

- а) ТЭД опирается на раму тележки с одной стороны, а другая сторона опирается на колесную пару;
- б) ТЭД полностью опирается на раму тележки;
- в) ТЭД полностью опирается на кузов экипажа;
- г) ТЭД одной стороной опирается на кузов, а противоположной на колесную пару.

**Дисциплина VII****1. Что такое «декларирование соответствия»?**

- а) форма подтверждения соответствия продукции требованиям технических регламентов
- б) совокупность оценки технико-экономических показателей продукции требованиям технических условий
- в) Документирование конструктивно-правовых особенностей продукции

**2. Как называется документ, удостоверяющий соответствие объектов требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров?**

- а) сертификат соответствия
- б) патент
- в) стандарт
- г) декларация

**3. 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?**

- а) аккредитация
- б) патентование
- в) декларирование
- г) декларация

**4. Как называется (в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании») обозначение, служащее для информирования приобретателей о соответствии выпускаемой в обращение продукции требованиям технических регламентов?**

- а) знак обращения на рынке
- б) товарная марка
- в) бренд
- г) знак качества

**5. Чем должен быть оборудован ТПС согласно ПТЭ**

- а) поездной радиосвязью, скоростемерами с регистрацией установленных показаний, АЛС, устройствами безопасности
- б) станционной радиосвязью, скоростемерами с регистрацией установленных показаний, АЛС, автосцепными устройствами
- в) АЛС, реостатным тормозом, межпоездной радиосвязью, скоростемерами с регистрацией установленных показаний

**6. Что определяет ISO 9001:2015**

- а) базовые требования к системам управления качеством организаций
- б) базовые требования к поставщикам организаций
- в) специфические требования: управление процессами и проектами; развитие поставщиков; управление затратами; стоимость жизненного цикла (LCC); управление

- рисками и т.д.
7. **Что определяет ISO/TS 22163:2017**
    - а) специфические требования: управление процессами и проектами; развитие поставщиков; управление затратами; стоимость жизненного цикла (LCC); управление рисками и т.д.
    - б) базовые требования к системам управления качеством организаций
    - в) базовые требования к системам интеграции нескольких предприятий в качественно иное предприятие
  8. **Что является основой организации движения поездов по инфраструктуре**
    - а) сводный график движения поездов
    - б) сводное расписание пассажирских поездов
    - в) сводное расписание грузовых поездов
  9. **Что является границей станции на однопутном участке**
    - а) входные светофоры встречных направлений
    - б) входной светофор и знак граница станции
    - в) первые стрелочные переводы встречных направлений
  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. **Номинальное напряжение контактной сети переменного тока**
    - а) 25 кВ
    - б) 19 кВ
    - в) 2,7 кВ
  12. **Как расшифровывается АЛС**
    - а) автоматическая локомотивная сигнализация
    - б) автономная локомотивная сигнализация
    - в) автоматизированный локомотивный светофор
    - г) автоматический локомотивный светофор
  13. **Путевые устройства контроля технического состояния поездов**
    - а) ДИСК, ПОНАБ, КТСМ
    - б) ДИСК, ПОНАБ, АЛС
    - в) ЦДИ, ПОНАБ, КТСМ
  14. **Что отображается на графике движения поездов**
    - а) нитки всех поездов, а также время прибытия и отправления со станций на участке.
    - б) расписание движение пассажирских и пригородных поездов
    - в) порядок движение специальных и восстановительных поездов
  15. **Какой нормативный документ устанавливает систему организации движения поездов, функционирования сооружений и устройств инфраструктуры железнодорожного транспорта, железнодорожного подвижного состава**
    - а) ПТЭ
    - б) ФЗ от 10.01.2003 г. № 17-ФЗ
    - в) ФЗ от 10.01.2003 г. № 18-ФЗ
  16. **Кто проводит оценку уязвимости программного обеспечения**
    - а) специализированная аккредитованная организация
    - б) Министерство транспорта РФ
    - в) Федеральный орган исполнительной власти
  17. **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
- 18. 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
- 19. 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
- 20. 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

### **Перечень вопросов для подготовки к итоговой аттестации:**

#### **Дисциплина I**

1. Классификация моделей.
2. Простейшие математические модели.
3. Уравнения движения в форме Ньютона.
4. Уравнения движения в форме Лагранжа.
5. Классификация методов исследования математических моделей.
6. Точные решения.
7. Методы качественного анализа.
8. Устойчивость динамических систем.
9. Численное моделирование.
10. Методы Рунге-Кутты и экстраполяционные методы.
11. Многошаговые методы и общие линейные методы.
12. Что позволяет осуществить математическое моделирование до создания реальной системы, объекта?
13. Что позволяют увидеть вычислительные эксперименты?
14. Сформулируйте основную задачу математического моделирования.
15. Дайте определение математической модели.
16. Какой подход решения научных задач является альтернативным математическому моделированию?
17. Перечислите основные недостатки экспериментального подхода.
18. Что является важнейшей характеристикой математической модели?
19. На какие два вида делятся математические модели?
20. Перечислите виды аналитических математических моделей.
21. Дайте краткую характеристику видов моделей.
22. Как задаются математические модели аналитического типа?
23. Приведите пример математической модели аналитического типа.
24. Какие задачи позволяет решить модель, заданная в явном виде?
25. Где используются математические модели в виде обыкновенных дифференциальных

уравнений?

26. Что должна включать в себя математическая модель в виде обыкновенных дифференциальных уравнений?
27. Какими методами осуществляется исследование моделей, заданных в виде обыкновенных дифференциальных уравнений?
28. Какого типа бывают граничные условия?
29. Приведите математическую модель распределения температурного поля в металлическом прутке, нагреваемом с одной стороны.
30. Что представляют собой величины, входящие в стохастическую модель?
31. Какие трудности возникают при исследовании стохастических моделей?
32. Какую информацию дает в руки исследователя полученное при статистическом исследовании распределение характеристик системы?
33. Какие законы распределения случайной величины Вы знаете?
34. Как выглядит плотность распределения для нормального закона?
35. Как выглядит плотность распределения для закона равной вероятности?
36. Как определяются оценки математического ожидания и дисперсии случайной величины?
37. Что такое выборочная статистика?
38. От чего зависит погрешность стохастического моделирования?
39. Что является исходным материалом при построении эмпирической модели?
40. Как используется физическая теория работы объекта при построении эмпирической модели?
41. Что при этом представляет собой объект идентификации?
42. Что такое уравнение регрессии?
43. Сформулируйте задачу идентификации.
44. С чего начинается процесс идентификации?
45. От чего зависит конкретная форма модели?
46. Перечислите причины проведения непланируемого эксперимента.
47. В чем заключается метод наименьших квадратов?
48. Сформулируйте задачу проверки адекватности модели.
49. Что означает понятие «адекватность математической модели»?
50. В чем заключается ошибка первого рода?
51. В чем заключается ошибка второго рода?
52. Какие критерии проверки адекватности математической модели Вы знаете? Охарактеризуйте каждый из этих критериев.
53. Полином какой степени является интерполяционным полиномом Лагранжа при  $(n+1)$  узлах?
54. Может ли формула Лагранжа применяться для экстраполяции?
55. Что влияет на точность интерполяции при использовании полинома Лагранжа?
56. Можно ли применять полином Лагранжа для не равноотстоящих узлов?
57. К какому классу функций относится функция, задаваемая интерполяционной формулой Лагранжа?
58. Как можно повысить точность интерполяции при использовании формулы Лагранжа?
59. Дайте определение аппроксимации.
60. Чем отличается аппроксимация от интерполяции?
61. Можно ли удовлетворить условию прохождения через все точки при аппроксимации таблично заданной функции?
62. Можно ли повысить точность при одновременном увеличении в несколько раз всех весовых коэффициентов?
63. Можно ли с помощью метода наименьших квадратов найти параметры неполиномиальной аппроксимирующей функции?
64. Какая система уравнений называется нормальной системой?
65. На каких условиях построено получение нормальной системы уравнений?
66. Зачем необходимо отделять корни?

67. Можно ли аналитически отделить корни для функции имеющей разрывы?
68. Какие точки при отделении корней называются критическими?
69. Геометрический смысл метода половинного деления (проиллюстрировать)?
70. Всегда ли можно вычислить корень, с заданной точностью используя метод половинного деления?
71. Какими свойствами должна обладать функция, чтобы можно было найти корень методом половинного деления?
72. Для нахождения, каких корней применяется метод хорд?
73. В чем заключается геометрический смысл метода хорд?
74. Всегда ли можно вычислить корень, с заданной точностью используя метод хорд?
75. Какими свойствами должна обладать функция, чтобы можно было найти корень методом хорд?
76. Какой конец хорды неподвижен при реализации метода хорд?
77. В чем заключается геометрический смысл метода Ньютона?
78. Из каких соображений выбирается в методе Ньютона первое приближение?
79. Какие условия должны выполняться, чтобы можно было решать уравнение методом Ньютона?
80. Какой функцией заменяется левая часть решаемого уравнения в методе простой итерации?
81. Что называется сходимостью метода простой итерации?
82. В каком случае итерационный процесс сходится при методе простой итерации?
83. Какой условие должно выполняться, чтобы метод простой итерации сходился?
84. Зачем нужны приближенные методы для решения алгебраических уравнений?
85. В каком случае можно точно определить количество корней, используя правило Декарта?
86. Как найти общее число корней алгебраического уравнения?
87. Как проводится отделение корней при решении систем нелинейных уравнений?
88. Можно ли обеспечить сходимость метода итераций при решении систем нелинейных уравнений?
89. Как влияет на решение выбор начального приближения?
90. Какие методы называются точными при решении системы линейных уравнений?
91. Какие методы называются приближенными при решении системы линейных уравнений?
92. От чего зависит сходимость методы итераций?
93. Как в методе Гаусса можно контролировать накопление вычислительных ошибок?
94. При каких условиях метод итераций сходится?
95. В чем отличие метода Зейделя от метода итераций?

## Дисциплина II

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 III**

1. Перспективы развития скоростного и высокоскоростного железнодорожного транспорта.
2. Классификация железных дорог.
3. Монорельсовый скоростной и высокоскоростной транспорт
4. Монорельсовый транспорт на магнитном подвешивании
5. Аспекты экологического воздействия высокоскоростного железнодорожного транспорта на окружающую среду
6. Социально-экономические факторы, определяющие потребность в высокоскоростных перевозках.
7. Концептуальные подходы к созданию высокоскоростных железнодорожных магистралей
8. Общие принципы разработки и состав проектов железных дорог
9. Основные технические параметры и решения ВСМ
10. Законодательные основы эксплуатации ВСМ
11. Особенности строения железнодорожного полотна для высокоскоростного железнодорожного транспорта
12. Проблемы эксплуатации высокоскоростного подвижного состава на участках с различной шириной колеи
13. Особенности искусственных сооружений для высокоскоростного железнодорожного транспорта
14. Габариты применяемые на ВСМ
15. Системы электрификации и устройства энергоснабжения высокоскоростных железных дорог
16. Обеспечение надёжного токосъёма при высокоскоростном движении
17. Динамика взаимодействия контактной сети и высокоскоростного подвижного состава
18. Европейская единая система управления движением поездов
19. Особенности устройств СЦБ на ВСМ
20. Подвижной состав с устройствами наклона кузова
21. Автосцепные устройства высокоскоростного подвижного состава
22. Основные принципы построения современных высокоскоростных поездов

23. Конструкционные особенности кузовов высокоскоростного подвижного состава
24. Конструкционные особенности экипажной части высокоскоростного подвижного состава
25. Конструктивные особенности токоприемников высокоскоростного подвижного состава
26. Тормозное оборудование высокоскоростных поездов
27. Электропоезд «Сапсан»
28. Электропоезд «Аллегро»
29. Перспективы развития высокоскоростного подвижного состава
30. Динамика и взаимодействие подвижного состава и пути
31. Аэродинамика подвижного состава
32. Технические требования на высокоскоростной подвижной состав для ВСМ

#### **Дисциплина IV**

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 V**

1. Обеспечение безопасной эксплуатации ВСМ
2. Опыт осуществления контроля состояния и обслуживания пути при организации скоростного движения на железных дорогах России
3. Организационные принципы обслуживания стационарных устройств ВСМ
4. Контрольно-диагностические комплексы для оценки состояния подвижного состава в движении
5. Особенности и устройства депо для обслуживания и ремонта высокоскоростного подвижного состава
6. Техническое обслуживание скоростного и высокоскоростного подвижного состава на железных дорогах России
7. Принципы сервисного обслуживания и ремонта скоростного и высокоскоростного подвижного состава зарубежных железнодорожных компаний
8. Становление и развитие принципов эксплуатации и управления движением поездов на ВСМ
9. Высокоскоростные железнодорожные линии в сейсмически опасных регионах
10. Назначение и основные задачи надежности подвижного состава
11. Жизненный цикл подвижного состава
12. Комплексные показатели надежности
13. Законы распределения случайных величин
14. КАС АНТ
15. УРРАН
16. Система управления надежностью подвижного состава
17. Комплексные показатели надежности
18. Классификация отказов технических объектов
19. Понятия ремонтируемый и восстанавливаемый объект, в чем основная разница между такими
20. Использование современных цифровых технологий для решения задач диагностики

**Дисциплина VI**

1. Классификация и функциональные схемы тяговых электроприводов.
2. Характеристики тяговых электроприводов.
3. Формирование требований к тяговому электроприводу, расчет основных параметров.
4. Компьютерные программы, применяемые при моделировании.
5. Принципы построения моделей систем управления локомотивов.
6. Методы построения математических моделей тягового привода.
7. Формирование тяговой характеристики ТПС с асинхронным приводом.
8. Основы моделирование процессов в тяговом электроприводе.
9. Перспективные системы управления тяговым электроприводом постоянного тока.
10. Перспективные системы управления силовой установкой ТПС.
11. Электроприводы с асинхронными двигателями, общие сведения, преимущества и недостатки.
12. Электроприводы с синхронными двигателями, общие сведения, преимущества и недостатки.
13. Электроприводы с двигателями постоянного тока, общие сведения, преимущества и недостатки.
14. Вентильные двигатели, особенности конструкции, характеристики, преимущества и недостатки.
15. Микропроцессорная система управления и диагностики (МСУД), назначение, принцип работы.
16. Электрическое торможение асинхронного тягового электропривода.
17. Электрическое торможение тягового электропривода постоянного тока.
18. Перспективы развития систем управления силовым оборудованием ТПС.

19. Основные понятия кибербезопасности систем управления ТПС.
20. Поосное регулирование силы тяги ТПС.
21. Перспективные системы управления тяговым электроприводом переменного тока.
22. Характеристики двигателя постоянного тока с независимым возбуждением Принципы управления. Область применения.
23. Характеристики двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением Принципы управления. Область применения.
24. Характеристики двигателя постоянного тока с серийным возбуждением. Принципы управления. Область применения.
25. Характеристики синхронного двигателя переменного тока Принципы управления. Область применения.
26. Характеристики вентильного (тиристорного) двигателя Принципы управления. Область применения.
27. Характеристики асинхронного двигателя с фазным ротором Принципы управления. Область применения.
28. Характеристики асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором Принципы управления. Область применения.
29. Способы регулирования напряжения на асинхронных двигателях.
30. Особенности конструкции тяговых электродвигателей постоянного тока. Преимущества, недостатки.
31. Особенности конструкции тяговых электродвигателей переменного тока. Преимущества, недостатки.

## **Дисциплина VII**

1. Единая транспортная система. Роль железнодорожного транспорта в ЕТС.
2. Факторы, влияющие на транспортную безопасность.
3. Обеспечение безопасной эксплуатации ВСМ.
4. Обеспечение безопасности в различных хозяйствах ВСМ.
5. Использование технологий ГЛОНАСС для повышения безопасности транспортной инфраструктуры Российской Федерации.
6. Структурные подразделения, функции и задачи Департамента безопасности движения и экологии компаний железнодорожной отрасли.
7. Компания АО «Скоростные магистрали», структура, функции
8. Дать квалификационные характеристики нарушений безопасности движения в поездной и маневровой работе.
9. Порядок оформления и разбора результатов служебного расследования крушений и аварий.
10. Порядок служебного расследования, оформления результатов и разбора случаев брака в поездной и маневровой работе.
11. Цель и задачи анализа состояния транспортной безопасности на объекте транспортной инфраструктуры.
12. Требования ПТЭ в части эксплуатации скоростных и высокоскоростных железнодорожных поездов
13. Основные положения Концепции развития локомотивных устройств безопасности
14. Перспективы развития зарубежных локомотивных систем безопасности и управления
15. Основные и дополнительные устройства безопасности
16. КЛУБ-У устройство, назначение, функции
17. СОБ-400 устройство, назначение, функции
18. Особенности подготовки локомотивных бригад для высокоскоростного подвижного состава
19. Использование современных цифровых технологий для решения задач обеспечения безопасности движения
20. Системы автоматического прицельного торможения ПС

## Перечень задач итоговой аттестации

### Дисциплина I

**Задание 1** Построить математическую модель механической системы, состоящей из пружины с жесткостью  $k$ , один конец которой жестко закреплен, а на другом находится тело массой  $m$ . Тело скользит по горизонтальному стержню: коэффициент вязкого трения  $\mu$ . Начальное смещение тела из положения равновесия равно  $x_0$ .

Найти:

- 1) амплитуду, частоту и период свободных колебаний механической системы;
- 2) частоту и период затухающих колебаний системы;
- 3) уравнение огибающей кривой колебаний;
- 4) смещение, скорость и ускорение тела в момент времени  $t$  для затухающих колебаний.

Построить графики смещения свободных и затухающих колебаний системы в зависимости от времени.

- 1.1.  $k = 94$  н/м,  $m = 0,6$  кг,  $\mu = 0,52$ ,  $x_0 = 0,10$  м,  $t_1 = 2,5$  с;
- 1.2.  $k = 96$  н/м,  $m = 0,7$  кг,  $\mu = 0,56$ ,  $x_0 = 0,12$  м,  $t_1 = 2$  с;
- 1.3.  $k = 98$  н/м,  $m = 0,8$  кг,  $\mu = 0,58$ ,  $x_0 = 0,14$  м,  $t_1 = 3$  с;
- 1.4.  $k = 100$  н/м,  $m = 0,9$  кг,  $\mu = 0,6$ ,  $x_0 = 0,10$  м,  $t_1 = 3,5$  с;
- 1.5.  $k = 102$  н/м,  $m = 1$  кг,  $\mu = 0,62$ ,  $x_0 = 0,11$  м,  $t_1 = 4,5$  с;
- 1.6.  $k = 104$  н/м,  $m = 1,1$  кг,  $\mu = 0,64$ ,  $x_0 = 0,13$  м,  $t_1 = 4$  с;
- 1.7.  $k = 106$  н/м,  $m = 1,2$  кг,  $\mu = 0,66$ ,  $x_0 = 0,09$  м,  $t_1 = 5$  с;
- 1.8.  $k = 108$  н/м,  $m = 1,3$  кг,  $\mu = 0,68$ ,  $x_0 = 0,15$  м,  $t_1 = 3,5$  с;
- 1.9.  $k = 110$  н/м,  $m = 1,4$  кг,  $\mu = 0,7$ ,  $x_0 = 0,10$  м,  $t_1 = 4$  с;
- 1.10.  $k = 112$  н/м,  $m = 1,6$  кг,  $\mu = 0,72$ ,  $x_0 = 0,14$  м,  $t_1 = 5$  с.

**Задание 2** Построить математическую модель всплытия подводной лодки. Пусть лодка водоизмещением  $W$  движется горизонтально со скоростью  $v$  на глубине  $H$  от поверхности моря. Средняя плотность лодки  $\rho_1$ . В момент  $t_0 = 0$  лодка начинает всплытие. Сопротивлением воды можно пренебречь.

Определить:

- 1) время  $t_1$ , когда лодка всплывет на поверхность моря;
- 2) расстояние  $L$ , которое пройдет лодка в горизонтальном направлении до момента всплытия;
- 3) вертикальную скорость  $u$  лодки;
- 4) траекторию движения подводной лодки в координатах  $(l, h)$ ;
- 5) тип соответствующей кривой.

Плотность воды принять равной  $\rho_0 = 10^{-3}$  кг/м<sup>3</sup>. Сделать чертеж.

1.  $W = 1150$  т,  $v = 15$  км/ч,  $H = 300$  м,  $\rho_1 = 0,5 \cdot 10^{-3}$  кг/м<sup>3</sup>;
2.  $W = 1280$  т,  $v = 20$  км/ч,  $H = 350$  м,  $\rho_1 = 0,6 \cdot 10^{-3}$  кг/м<sup>3</sup>;
3.  $W = 1200$  т,  $v = 25$  км/ч,  $H = 250$  м,  $\rho_1 = 0,8 \cdot 10^{-3}$  кг/м<sup>3</sup>;
4.  $W = 1360$  т,  $v = 18$  км/ч,  $H = 280$  м,  $\rho_1 = 0,7 \cdot 10^{-3}$  кг/м<sup>3</sup>;
5.  $W = 1420$  т,  $v = 16$  км/ч,  $H = 320$  м,  $\rho_1 = 0,65 \cdot 10^{-3}$  кг/м<sup>3</sup>;
6.  $W = 1170$  т,  $v = 22$  км/ч,  $H = 260$  м,  $\rho_1 = 0,85 \cdot 10^{-3}$  кг/м<sup>3</sup>;
7.  $W = 1500$  т,  $v = 17$  км/ч,  $H = 310$  м,  $\rho_1 = 0,55 \cdot 10^{-3}$  кг/м<sup>3</sup>;
8.  $W = 1800$  т,  $v = 24$  км/ч,  $H = 330$  м,  $\rho_1 = 0,75 \cdot 10^{-3}$  кг/м<sup>3</sup>;
9.  $W = 1600$  т,  $v = 19$  км/ч,  $H = 340$  м,  $\rho_1 = 0,6 \cdot 10^{-3}$  кг/м<sup>3</sup>;
10.  $W = 1700$  т,  $v = 25$  км/ч,  $H = 280$  м,  $\rho_1 = 0,8 \cdot 10^{-3}$  кг/м<sup>3</sup>.

**Задание 3** Пусть заданы координаты точек  $A$  и  $C$ . Точка  $B$  лежит на прямой  $y = 0$ . Используя вариационные принципы построения математических моделей, найти:

- 1) условие, при котором ломаная  $ABC$  имеет наименьшую длину;

- 2) числовое значение этого условия;  
 3) наименьшую длину ломаной  $ABC$ .
- |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|
| 1. $A(-5;10), C(25;15)$ ;  | 6. $A(-5;5), C(15;15)$ ;   |
| 2. $A(5;15), C(30;5)$ ;    | 7. $A(-10;5), C(20;15)$ ;  |
| 3. $A(0;5), C(25;10)$ ;    | 8. $A(0;10), C(25;5)$ ;    |
| 4. $A(-10;15), C(20;10)$ ; | 9. $A(5;5), C(30;10)$ ;    |
| 5. $A(5;10), C(30;15)$ ;   | 10. $A(-5;15), C(25;10)$ . |

**Задание 4** Провести идентификацию эмпирической математической модели. Предполагается, что процесс описывается одномерным уравнением 2-го порядка

$$\tilde{W} = a_0 + a_1x + a_2x^2, \quad 0 \leq x \leq 10.$$

Считаем, что величина  $x$  измеряется точно, а  $W$  – с ошибкой  $\square$ , имеющей нормальное распределение с нулевым математическим ожиданием и единичной дисперсией  $M(\square) = 0$ ,  $\square^2(\square) = 1$ .

Проверить адекватность модели методом Фишера и сравнить модель графически с моделью линейной регрессии.

Выборка десяти случайных пар  $(x, \tilde{W})$  представлена в таблице ниже в графах 2 и 3.

№	$x$	$\tilde{W}$	$Wm$	$\square$
1	2	3	4	5
1	4,8608	9,28	8,848	0,432
2	4,2396	9,40	8,821	0,579
3	2,7792	7,88	7,460	0,420
4	0,5988	1,86	2,039	-0,179
5	3,2136	7,77	8,056	-0,286
6	4,5156	8,73	8,874	-0,144
7	5,9340	8,33	8,118	0,212
8	1,5852	5,16	4,994	0,166
9	4,4880	7,28	8,872	-1,592
10	4,0932	9,22	8,767	0,453

№ Вар. \ № точки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$x$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	22,52	34,5	27,2	38,5	50,8	61,8	60,7	71,9	72,2	83,9	87
1	29,7	33,4	32	44,5	53,3	65	60,4	73,8	85	81	87,8
2	28,9	31,5	50,3	42,1	63,4	58,8	79,3	74,1	93,6	92,6	108,6
3	28,3	22,6	38,2	47	50,9	56	72,4	74,9	86,3	79,9	101,8
4	20,81	33,95	40,39	50,6	59,3	59,7	56,1	86,8	73,9	94,6	97
5	11,4	25,6	31,5	38,4	50,7	52,4	66,3	74,6	78,2	94	95,5
6	21,1	20,7	32,7	40,8	54,6	53,4	66,5	77,7	81,6	88,8	98,3
7	15,7	14,8	21,4	22,3	30,6	32,7	38,4	36,5	39,9	49,4	49,1
8	18,1	25,3	29,4	28,5	32	36,5	47,6	45,2	55	56	65,3
9	12,9	32,25	42	42,8	55	69,6	68,2	89,7	90	105,6	109

**Задание 5** Для заданной функции  $y(x_1, x_2, x_3)$  определить: значение функции  $y$ , абсолютную погрешность  $\Delta(y)$ , относительную погрешность  $\delta(y)$  при заданных  $x_1, x_2, x_3$ . Считать, что все цифры в данных верные для  $x_1$  в широком смысле, а для  $x_2$  и  $x_3$  в узком смысле. При решении задачи использовать в качестве инструмента пакеты Maxima, Excel.

Вариант	$y$	$x_1$	$x_2$	$x_3$
1	$\frac{x_1^3}{x_1^2 - x_3} + \frac{x_2}{x_1}$	-1.5	1.0	2.0
2	$\frac{x_1^2 * x_3 - 3 * x_2}{x_1 + x_3^2}$	-2.5	1.1	2.1
3	$\frac{x_1^2 - x_3}{x_2^2} + x_1 * \frac{x_2}{x_3}$	-2.6	1.2	2.2
4	$\frac{3 * x_1^2 + x_2^2}{x_1^2 - 2 * x_3^2}$	-2.7	1.3	2.3
5	$\frac{2 * x_1 + x_2^2}{x_2 + x_3^2}$	-2.8	1.4	2.4
6	$\frac{2 * x_1 + 3 * x_2^2}{x_2 + 2 * x_3^3}$	-2.9	1.5	2.5
7	$\frac{x_1^4 + 2 * x_2^2}{x_3 - x_1^2}$	-3.5	1.6	2.6
8	$\frac{x_1^2}{x_2^2 + x_3} + \frac{x_1}{x_2}$	-4.5	1.7	2.7
9	$\frac{x_1^2 + 3 * x_2}{x_1 + x_3^2} + x_1 * x_2$	-5.5	1.8	2.8
10	$\frac{x_3^3}{x_1^2 + x_2 + x_3^2}$	-6.5	1.9	2.9

**Задание 6** Интерполировать с помощью многочлена Лагранжа функцию, заданную таблицей (таблица П.1): составить многочлен Лагранжа по трем произвольно выбранным узлам и вычислить его используя в качестве инструмента пакет Maxima.

Таблица П.1

№ Вар.\ № точки	1	2	3	4	5	6
$x$	0	1	2	3	4	5
0	15,7	14,8	21,4	22,3	30,6	32,7
1	18,1	25,3	29,4	28,5	32	36,5
2	12,9	32,25	42	42,8	55	69,6
3	20,81	33,95	40,39	50,6	59,3	59,7
4	11,4	25,6	31,5	38,4	50,7	52,4
5	21,1	20,7	32,7	40,8	54,6	53,4
6	29,7	33,4	32	44,5	53,3	65
7	22,52	34,5	27,2	38,5	50,8	61,8
8	3,21	21,3	71,6	45,6	78,5	6,12
9	5,12	1,23	3,26	4,23	12,5	36,98

**Задание 7** Провести линейную регрессию, используя координаты исходных точек, приведенных в таблице (таблица П.2). Для проведения регрессии использовать метод наименьших квадратов. Вычисления выполнить в Maxima и Excel.

Таблица П.2

№ Вар. \ № точки	1	2	3	4	5	6	
	$x$	0	1	2	3	4	5
0	$y$	15,7	14,8	21,4	22,3	30,6	32,7
1		18,1	25,3	29,4	28,5	32	36,5
2		12,9	32,25	42	42,8	55	69,6
3		20,81	33,95	40,39	50,6	59,3	59,7
4		11,4	25,6	31,5	38,4	50,7	52,4
5		21,1	20,7	32,7	40,8	54,6	53,4
6		29,7	33,4	32	44,5	53,3	65
7		22,52	34,5	27,2	38,5	50,8	61,8
8		28,9	31,5	50,3	42,1	63,4	58,8
9	28,3	22,6	38,2	47	50,9	56	

**Задание 8** Вычислить определенный интеграл (таблица П.3) методом прямоугольников, трапеций и Симпсона.

Таблица П.3

№ Вар.	Задание	№ Вар.	Задание
0	$\int_{0.8}^{1.6} \frac{dx}{\sqrt{2x^2 + 1.3}}$	5	$\int_{1.2}^{2.8} \frac{\lg(1 + x^2)}{2x - 1} dx$
1	$\int_{1.6}^{2.4} (x + 1) \sin(x) dx$	6	$\int_{0.32}^{0.66} \frac{dx}{\sqrt{x^2 + 2.3}}$
2	$\int_{0.6}^{0.72} (\sqrt{x} + 1) \lg(2x) dx$	7	$\int_{0.4}^{1.2} \frac{\cos(x)}{x + 2} dx$
3	$\int_{1.2}^{2.7} \frac{dx}{\sqrt{x^2 + 1}}$	8	$\int_{0.8}^{1.6} \frac{dx}{\sqrt{2x^2 + 1}}$
4	$\int_{2.3}^{2.5} \frac{dx}{\sqrt{x^2 - 4}}$	9	$\int_{0.6}^{1.4} \frac{dx}{\sqrt{12x^2 + 0.5}}$

**Задание 9** Методом половинного деления и методом итераций найти корень уравнения  $f(x) = 0$  на отрезке  $x \in [a, b]$  с точностью 0.0001. (см. таблицу П.4).

Таблица П.4

№ Варианта	$f(x)$	$[a, b]$
0	$x^5 - 15 \cdot x^2 - 10^3$	$[3, 5; 4, 2]$
1	$x^5 - 15 \cdot x - 10^3$	$[3, 8; 4, 5]$
2	$x^5 - 5 \cdot x^3 + 10$	$[1, 1; 1, 7]$
3	$x^3 + x - 3$	$[-10; 10]$
4	$x^3 + x^2 - x + 0.5$	$[0, 1; 1, 1]$
5	$x^7 - 100 \cdot x^5 + 10$	$[0, 1; 0, 7]$

6	$x^9 + 3 \cdot x^3 - 10^3$	[1;2,3]
7	$x^5 - 15 \cdot x^4 - 10^3$	[14,8;15,3]
8	$x^7 - 15 \cdot x^5 + 10$	[0,1;1,1]
9	$x^9 - 15 \cdot x^2 - 10^3$	[2;2,4]

**Задание 10** Методом Ньютона найти корень уравнения  $f(x) = 0$  на отрезке  $x \in [a, b]$  с точностью 0.0001. (См. таблицу П.5). Начальное приближение определить в пункте а) с помощью условия сходимости, а в пункте б) графически.

Таблица П.5

№ Варианта	$f(x)$	$[x^*; x^{**}]$	$f(x)$	$[a, b]$
0	а) $x^5 - 15 \cdot x^2 - 10^3$	[3,5;4,2]	б) $\sin^6 x - 0,9$	[1,1;1,5]
1	а) $x^5 - 15 \cdot x - 10^3$	[3,8;4,5]	б) $x^{15} + 3 \cdot x^2 - 10$	[1;1,5]
2	а) $x^5 - 5 \cdot x^3 + 10$	[1,1;1,7]	б) $\operatorname{tg}(x) - 5x^2 + 1 = 0$	[-1;1]
3	а) $x^3 + x - 3$	[-10;10]	б) $\sin^4 x - \sin^3 x$	[0,3;1]
4	а) $x^3 + x^2 - x + 0.5$	[0,1;1,1]	б) $x^{15} + 3 \cdot x^2 - 100 \cdot \sin x$	[-0,3;0,5]
5	а) $x^7 - 100 \cdot x^5 + 10$	[0,1;0,7]	б) $\sin^4 x - 0,3$	[0,5;1]
6	а) $x^9 + 3 \cdot x^3 - 10^3$	[1;2,3]	б) $\sin^3 x - 0,32 \cdot x + 5$	[0,5;19]
7	а) $x^5 - 15 \cdot x^4 - 10^3$	[14,8;15,3]	б) $x^5 + 3 \cdot x^2 - 10$	[1;1,8]
8	а) $x^7 - 15 \cdot x^5 + 10$	[0,1;1,1]	б) $\sin^3 x - 0,3$	[0,5;1]
9	а) $x^9 - 15 \cdot x^2 - 10^3$	[2;2,4]	б) $\sin^6 x - 0,2$	[0,5;1,5]

**Задание 11** Найти частное решение дифференциального уравнения первого порядка (см. таблицу П.6) методом Эйлера и модифицированным методом Эйлера на отрезке  $[a; b]$  при шаге вычислений  $h=0.1$ . Найти частное решение дифференциального уравнения методом Рунге-Кутты 4-го порядка. Сравнить результаты по точности.

Таблица П.6

№ Варианта	Задание
0	$y' = x^2 - 2y, y(1) = 2, a=1, b=1.5$
1	$y' - 2y = x^2, y(0) = 1, a=0, b=1$
2	$y' + 2y = x, y(0) = 1, a=0, b=1$
3	$y' - 5y = 1 - 3x, y(0) = 1, a=0, b=1$
4	$y' = xy - \frac{y}{x}, y(2) = 3, a=2, b=2.5$
5	$y' + y = x^2 - x, y(0) = 2, a=0, b=1$
6	$y' - y = e^x, y(0) = 1, a=0, b=1$
7	$y' + 4y = e^{-x}, y(0) = 1, a=0, b=1$

8	$y' = xy + \frac{y}{x}, y(3) = 4, a=3, b=3.5$
9	$y' = -y + e^x, y(0) = 1, a=0, b=0.5$

## Дисциплина II

### Определение тормозного пути

Тормозной путь  $S_T$ , м, в соответствии с Правилами тяговых расчетов (ПТР) определяют по формуле

$$S_T = S_{\Pi} + S_D,$$

где  $S_{\Pi}$  — подготовительный тормозной путь, м;

$S_D$  — действительный тормозной путь, м.

Подготовительный тормозной путь определяется по следующей формуле:

$$S_{\Pi} = 0,278 \cdot v_H \cdot t_{\Pi},$$

где  $t_{\Pi}$  — время подготовки тормозов к действию, с;

$v_H$  — скорость в момент начала торможения, км/ч.

Начальная скорость для расчетов равна 90 км/ч. Время подготовки тормозов к действию определяется по формуле:

$$t_{\Pi} = 10 - \frac{15i}{b_T},$$

где  $i$  — величина уклона элемента профиля, для которого решается тормозная задача, ‰;

$b_T$  — удельная тормозная сила при скорости  $v_H$ , Н/т.

В задаче требуется определить тормозной путь для четырех значений  $i$ :  $i_1 = -6\%$ ;  $i_2 = -8\%$ ;  $i_3 = -10\%$ ;  $i_4 = -12\%$ . Удельную тормозную силу  $b_T$  при скорости  $v_H$  определяют по формуле:

$$b_T = 1000 \cdot \phi_{кр} \cdot \vartheta_p,$$

где  $\phi_{кр}$  — расчетный коэффициент трения тормозной колодки и поверхности колеса;

$\vartheta_p$  — расчетный тормозной коэффициент.

$$\phi_{кр} = 0,36 \frac{v + 150}{2v + 150}.$$

$$\vartheta_p = \frac{\theta K_p n}{Qg},$$

где  $\theta$  — процент тормозных осей в поезде, равен 0,96;

$K_p$  — расчетное нажатие колодок на ось, кН;

$n$  — число тормозных осей;

$Q$  — масса состава, т;

$g$  — ускорение свободного падения,  $9,81 \frac{м}{с^2}$ .

Заданный поезд имеет 286 тормозных осей, композиционные колодки и массу 6000 т, расчетное нажатие колодок на одну ось 41,5 кН.

Действительный тормозной путь определяется по формуле:

$$S_{\text{Д}} = \frac{4,17(v_{\text{к}}^2 - v_{\text{н}}^2)}{i_{\text{с}} - (w_{0x} + b_{\text{Т}})}$$

где  $w_{0x}$  – основное удельное сопротивление движению поезда при движении без тяги;

$v_{\text{н}}, v_{\text{к}}$  – диапазон скоростей 10 км/ч для расчета тормозного пути на интервале от 90 до 0 км/ч.

Диапазон скорости, км/ч	$w_{0x} + b_{\text{Т}}$	$i_1$	$i_2$	$i_3$	$i_4$
90-80	51,65				
80-70	52,53				
70-60	53,43				
60-50	54,55				
50-40	56,25				
40-30	57,79				
30-20	60,11				
20-10	62,81				
10-0	66,32				
Суммарный $S_{\text{Д}}$					
Тормозной путь $S_{\text{Т}}$					

Требуется определить для четырех спусков четыре подготовительных тормозных пути, а также четыре действительных тормозных пути, после чего определить четыре полных тормозных пути. Данные свести в таблицу и сделать вывод.

### Дисциплина III

#### 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	$V_{\text{к}}$	км/ч	160	100	100	100	100
3	Статический прогиб буксового рессорного подвешивания	$f_{\text{ст}}$	мм	75	75	100	56	90
4	Нагрузка на ось	$P_0$	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:

$$Ж_{к1} = \frac{P_{нст}}{n_k \cdot f_{ст}}$$

Где  $P_{нст}$  - вес наддресорного строения тепловоза, Н

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

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 (принимается 32)

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

Соотношение жесткостей наружной и внутренней пружин принимаем

$$Ж_n / Ж_в = 2,6$$

Тогда:

$$Ж_{н1} = \frac{Ж_{к1} \cdot 2,6}{3,6} \text{ (Н/м)}$$

$$Ж_{в1} = \frac{Ж_{к1} \cdot 1}{3,6} \text{ (Н/м)}$$

Диаметр наружной пружины

$$D_n = \sqrt[3]{\frac{G \cdot d_n^4}{8 \cdot Ж_{н1} \cdot n_{рн}}} \text{ (мм)}$$

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:

$$D_n = \sqrt[3]{\frac{G \cdot d_n^4}{8 \cdot Ж_{д1} \cdot n_{рн} \cdot 1,6}}$$

### 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  $V_{кр} > V_k$ .

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

### 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:

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

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

$Ж_t$  – 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:

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

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

### Дисциплина IV

#### 1. Передаточная функция

##### Задача №1

Определить передаточную функцию объекта регулирования, модель которого задана дифференциальным уравнением:

$$1,1 \cdot y''' + 2,2 \cdot y'' + 3,1 \cdot y' + 4,2y = 1,34 \cdot x'' - x;$$

Варианты ответов:

а)  $W = \frac{1,34s^2 - 1}{1,1s^3 + 2,2s^2 + 3,1s + 4,2};$

б)  $W = \frac{1,34s^2 + 1}{1,1s^3 + 2,2s^2 + 3,1s};$

в)  $W = \frac{1,34s^2}{1,1s^3 + 2,2s^2 + 3,1s};$

г)  $W = \frac{1,34s^2 - 1}{1,1s^5 + 2,2s^2 + 4,2};$

д)  $W = \frac{1,34s^2}{1,1s^3 + 2,2s^2 + 4,2};$

е)  $W = \frac{1,34s - 1}{1,1s^3 + 2s^2 + 3,1};$

ж)  $W = \frac{1,34s^2 - 1}{1,1s^3 + 3,1};$

##### Задача №2

Определить передаточную функцию объекта регулирования, модель которого задана дифференциальным уравнением:

$$8,3 \cdot y''' + 3,5 \cdot y' + 4,7y = 1,1 \cdot x'' + 4,3 \cdot x' + 3x;$$

Варианты ответов:

а)  $W = \frac{1,1s^2 + 4,3s + 3}{8,3s^3 + 3,5s + 4,7};$

- б)  $W = \frac{1,1s^2+4,3x+3}{8,3s^3-3,5s-4,7}$ ;  
 в)  $W = \frac{1,1s^2+4,3x+3}{8,3s^3+3,5s}$ ;  
 г)  $W = \frac{1,1s^2+4,3x+3}{8,3s^3+3,5s+4,7}$ ;  
 д)  $W = \frac{1,1s^2+4,3}{8,3s^3+3,5s+4,7}$ ;  
 е)  $W = \frac{4,3x+3}{8,3s^3+3,5s+4,7}$ ;  
 ж)  $W = \frac{1,1s^2+4,3x+3}{8,3s^3+4,7}$ ;

## Задача №3

Определить передаточную функцию объекта регулирования, модель которого задана дифференциальным уравнением:

$$4 \cdot y'' + 5 \cdot y' - 6 \cdot y = x' - 4 \cdot x;$$

Варианты ответов:

- а)  $W = \frac{s-4}{4s^2+5s-6}$ ;  
 б)  $W = \frac{s-4}{3s^3+4s^2+5s-6}$ ;  
 в)  $W = \frac{s+4}{4s^2+5s-6}$ ;  
 г)  $W = \frac{s-4}{4s^2+5s+6}$ ;  
 д)  $W = \frac{s-4}{4s^2+5}$ ;  
 е)  $W = \frac{s-4}{4s+5s^2-6}$ ;  
 ж)  $W = \frac{2s^2-s-4}{4s^2+5s-6}$ ;

## Задача №4

Определить передаточную функцию разомкнутой системы, если система имеет нуль -3, комплексные сопряженные полюса  $-2 \pm j$  и коэффициент усиления  $k = 5$ .

Варианты ответов:

- а)  $W = 5 \frac{s+3}{s^2+4s+5}$   
 б)  $W = \frac{s+3}{s^2+4s+5}$   
 в)  $W = 5 \frac{s-3}{s^2+4s+5}$   
 г)  $W = 5 \frac{s+3}{s^2+s+5}$   
 д)  $W = 5 \frac{s+3}{s^2+4s+1}$   
 е)  $W = 5 \frac{s+3}{s^2+s+1}$   
 ж)  $W = 4 \frac{s+3}{s^2+4s+5}$

## Задача №5

Определить передаточную функцию разомкнутой системы, если система имеет нуль 1,5, комплексные сопряженные полюса  $-1 \pm j$  и коэффициент усиления  $k = 3$ .

Варианты ответов:

- а)  $W = 3 \frac{s-1,5}{s^2+2s+2}$   
 б)  $W = 4 \frac{s+1,5}{s^2+2s+5}$   
 в)  $W = 5 \frac{s-1,5}{s^2+2s-2}$

$$\begin{aligned} \text{г)} \quad W &= 7 \frac{s-1,5}{s^2+s+1} \\ \text{д)} \quad W &= 3 \frac{s+1,5}{s^2+4s-1} \\ \text{е)} \quad W &= 5 \frac{s+3}{s^2+s+1} \\ \text{ж)} \quad W &= \frac{s+1,5}{s^2-2s-2} \end{aligned}$$

## Задача №6

Определить передаточную функцию замкнутой системы с отрицательной обратной связью, если система имеет нуль  $-3$ , комплексные сопряженные полюса  $-2 \pm j$  и коэффициент усиления  $k = 5$ .

Варианты ответов:

$$\begin{aligned} \text{а)} \quad W &= \frac{5s+15}{s^2+9s+20} \\ \text{б)} \quad W &= \frac{s+3}{s^2+4s+5} \\ \text{в)} \quad W &= 5 \frac{s-3}{s^2+9s+5} \\ \text{г)} \quad W &= 5 \frac{s+3}{s^2+s+20} \\ \text{д)} \quad W &= 5 \frac{s+3}{s^2+9s-20} \\ \text{е)} \quad W &= 5 \frac{s+3}{s^2+s+1} \\ \text{ж)} \quad W &= 4 \frac{s+3}{s^2+9s+20} \end{aligned}$$

## Задача №7

Определить передаточную функцию замкнутой системы с отрицательной обратной связью, если система имеет нуль  $1,5$ , комплексные сопряженные полюса  $-1 \pm j$  и коэффициент усиления  $k = 3$ .

Варианты ответов:

$$\begin{aligned} \text{а)} \quad W &= \frac{3s-4,5}{s^2+5s-2,5} \\ \text{б)} \quad W &= 3 \frac{s+1,5}{s^2+5s+5} \\ \text{в)} \quad W &= \frac{3s-4,5}{s^2+2s-2} \\ \text{г)} \quad W &= \frac{3s-4,5}{s^2+s+1} \\ \text{д)} \quad W &= 3 \frac{s+1,5}{s^2+4s+4,5} \\ \text{е)} \quad W &= 5 \frac{s+3}{s^2+s+1} \\ \text{ж)} \quad W &= \frac{s+1,5}{s^2-2s-2} \end{aligned}$$

## № 2. Переходная и весовая функции

## Задача №1

Для системы  $y'' + 2 \cdot y' + 3 = 3x'' + 2x' + x$  определить начальное значение переходной характеристики  $h(0)$ .

Варианты ответов:

$$\begin{aligned} \text{а)} \quad h(0) &= \frac{3}{1} = 3; \\ \text{б)} \quad h(0) &= \frac{3}{2} = 1,5; \\ \text{в)} \quad h(0) &= \frac{2}{3} = 0, (6); \\ \text{г)} \quad h(0) &= \frac{1}{3} = 0, (3); \\ \text{д)} \quad h(0) &= \frac{3}{6} = 0,5; \end{aligned}$$

$$\text{е) } h(0) = \frac{2}{1} = 2;$$

$$\text{ж) } h(0) = \frac{1}{2} = 0,5.$$

## Задача №2

Для системы  $y'' + 2 \cdot y' + 3 = 3x'' + 2x' + x$  определить конечное установившееся значение  $k_{уст}$ .

Варианты ответов:

$$\text{а) } k_{уст} = \frac{1}{3} = 0, (3);$$

$$\text{б) } k_{уст} = \frac{3}{2} = 1,5;$$

$$\text{в) } k_{уст} = \frac{2}{3} = 0, (6);$$

$$\text{г) } k_{уст} = \frac{3}{1} = 3;$$

$$\text{д) } k_{уст} = \frac{3}{6} = 0,5;$$

$$\text{е) } k_{уст} = \frac{2}{1} = 2;$$

$$\text{ж) } k_{уст} = \frac{1}{2} = 0,5.$$

## Задача №3

Для системы  $3y'' + 10 \cdot y' + 2 = 5x'' + x' + 3x$  определить начальное значение переходной характеристики  $h(0)$ .

Варианты ответов:

$$\text{а) } h(0) = \frac{2}{3} = 0, (6);$$

$$\text{б) } h(0) = \frac{3}{2} = 1,5;$$

$$\text{в) } h(0) = \frac{2}{3} = 0, (6);$$

$$\text{г) } h(0) = \frac{1}{3} = 0, (3);$$

$$\text{д) } h(0) = \frac{3}{6} = 0,5;$$

$$\text{е) } h(0) = \frac{2}{1} = 2;$$

$$\text{ж) } h(0) = \frac{1}{2} = 0,5.$$

## Задача №4

Для системы  $3y'' + 10 \cdot y' + 2 = 5x'' + x' + 3x$  определить конечное установившееся значение  $k_{уст}$ .

Варианты ответов:

$$\text{а) } k_{уст} = \frac{5}{3} = 1, (6);$$

$$\text{б) } k_{уст} = \frac{3}{2} = 1,5;$$

$$\text{в) } k_{уст} = \frac{2}{3} = 0, (6);$$

$$\text{г) } k_{уст} = \frac{3}{1} = 3;$$

$$\text{д) } k_{уст} = \frac{3}{6} = 0,5;$$

$$\text{е) } k_{уст} = \frac{2}{1} = 2;$$

$$\text{ж) } k_{уст} = \frac{1}{2} = 0,5.$$

## Задача №5

Определить передаточную функцию объекта регулирования, если его весовая функция

равна  $g(t) = 3 + 2e^{-t} - e^{-4t}$ .

Варианты ответов:

- а)  $W = \frac{4s^2+22s+12}{s^3+5s^2+4s}$   
 б)  $W = \frac{4s^2-22s+12}{s^3+5s^2+3s}$   
 в)  $W = \frac{4s^2+22s-12}{s^3+5s^2-4s}$   
 г)  $W = \frac{4s^2+22s+12}{2s^3+5s^2+4s}$   
 д)  $W = \frac{4s^2-22s+12}{s^3+2s^2-3s}$   
 е)  $W = \frac{4s^2+2s+2}{s^3+5s^2+4s}$   
 ж)  $W = \frac{4s^2+2s+1}{s^3+5s^2+4s}$

Задача №6

Определить передаточную функцию объекта регулирования, если его весовая функция равна  $g(t) = 3e^{-2t} + 2e^{-t}$ .

Варианты ответов:

- а)  $W = \frac{5s+7}{s^2+3s+2}$   
 б)  $W = \frac{5s-7}{s^2+4s+2}$   
 в)  $W = \frac{5s-7}{s^2+3s-2}$   
 г)  $W = \frac{5s+7}{2s^2+3s+4}$   
 д)  $W = \frac{4s^2-3s-2}{2s-3}$   
 е)  $W = \frac{2s-3}{s^2+3s+2}$   
 ж)  $W = \frac{7-5s}{s^2+3s+3}$

Задача №7

Определить передаточную функцию объекта регулирования, если его весовая функция равна  $g(t) = 3 + e^{-4t}$ .

Варианты ответов:

- а)  $W = \frac{3s+13}{s^2+4s}$   
 б)  $W = \frac{s+10}{s^2+4s}$   
 в)  $W = \frac{3s+13}{s^2+4s+3}$   
 г)  $W = \frac{3s+13}{s^2+4s-1}$   
 д)  $W = \frac{3s+10}{s^2+4s+1}$   
 е)  $W = \frac{3s+10}{s^2+4s-1}$   
 ж)  $W = \frac{2s+13}{2s^2+4s}$

## Дисциплина V

### 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  $ta$ 

$k_a$	$a$			$k_a$	$a$		
	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 VI

#### Задача №1

Определить максимальное передаточное отношение редуктора, если известно:

$$D_6 = 1250 \text{ мм};$$

$$z_{ш min} = 12;$$

$$h_0 = 140 \text{ мм};$$

$$t = 3 \text{ мм};$$

$$s = 0,5t;$$

$$m = 14.$$

Результат округлить до сотых долей по правилам округления.

#### Задача №2

Определить максимальное передаточное отношение редуктора, если известно:

$$D_6 = 1250 \text{ мм};$$

$$z_{ш min} = 13;$$

$$h_0 = 140 \text{ мм};$$

$$t = 3 \text{ мм};$$

$$s = 0,5t;$$

$$m = 14.$$

Результат округлить до сотых долей по правилам округления.

#### Задача №3

Определить максимальное передаточное отношение редуктора, если известно:

$$D_6 = 1250 \text{ мм};$$

$$z_{ш min} = 12;$$

$$h_0 = 135 \text{ мм};$$

$$t = 3 \text{ мм};$$

$$s = 0,5t;$$

$$m = 14.$$

Результат округлить до сотых долей по правилам округления.

#### Задача №4

Определить передаточное отношение редуктора, если известно:

$$D_6 = 1250 \text{ мм};$$

$$z_{ш min} = 14;$$

$$h_0 = 140 \text{ мм};$$

$$t = 3 \text{ мм};$$

$$s = 0,5t;$$

$$m = 14.$$

Результат округлить до сотых долей по правилам округления.

#### Задача №5

Определить передаточное отношение редуктора, если известно:

$$D_6 = 1250 \text{ мм};$$

$$z_{ш min} = 12;$$

$$h_0 = 140 \text{ мм};$$

$$t = 5 \text{ мм};$$

$$s = 0,5t;$$

$$m = 15.$$

Результат округлить до сотых долей по правилам округления.

#### Задача №6

Определить централь редуктора, если известно:

$$D_6 = 1250 \text{ мм};$$

$$u'_{max} = 3,44;$$

$$h_0 = 140 \text{ мм};$$

$$t = 5 \text{ мм};$$

$$s = 0,5t;$$

$$m = 14.$$

Результат округлить до десятых долей по правилам округления.

#### Задача №7

Определить централь редуктора, если известно:

$$D_6 = 1250 \text{ мм};$$

$$u'_{max} = 3,26;$$

$$h_0 = 140 \text{ мм};$$

$$t = 5 \text{ мм};$$

$$s = 0,5t;$$

$$m = 14.$$

Результат округлить до десятых долей по правилам округления.

#### Задача №8

Определить централь редуктора, если известно:

$$D_6 = 1250 \text{ мм};$$

$$u'_{max} = 3,83;$$

$$h_0 = 140 \text{ мм};$$

$$t = 5 \text{ мм};$$

$$s = 0,5t;$$

$$m = 14.$$

Результат округлить до десятых долей по правилам округления.

#### Задача №9

Определить централь редуктора, если известно:

$$D_6 = 1250 \text{ мм};$$

$$u'_{max} = 3,91;$$

$$h_0 = 140 \text{ мм};$$

$$t = 5 \text{ мм};$$

$$s = 0,5t;$$

$$m = 14.$$

Результат округлить до десятых долей по правилам округления.

#### Задача №10

Определить централь редуктора, если известно:

$$D_6 = 1250 \text{ мм};$$

$$u'_{max} = 4,19;$$

$$h_0 = 140 \text{ мм};$$

$$t = 5 \text{ мм};$$

$$s = 0,5t;$$

$$m = 14.$$

Результат округлить до десятых долей по правилам округления.

### Дисциплина VII

#### 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

$$N_{осей} = 4 \cdot N_{ваг}$$

Фактическое тормозное нажатие вагонов в поезде

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

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

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

Дать заключение.

## Список литературы

№ п/п	Наименование	№ дисциплины
1.	Федеральный закон от 10.01.2003 № 17-ФЗ «О железнодорожном транспорте в Российской Федерации»	Введение
2.	Приказ Министерства образования и науки РФ от 27 марта 2018 г. № 215 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - специалитет по специальности 23.05.03 Подвижной состав железных дорог»	Введение
3.	Квалификационный справочник руководителей, специалистов и других служащих, утвержденном постановлением Минтруда России от 21.08.1998 № 37 (в редакции постановлений Минтруда России от 24 декабря 1998 года № 52, от 22 февраля 1999 года № 3, от 21 января 2000 года № 7, от 4 августа 2000 года № 57, от 20 апреля 2001 года N 35, от 31 мая 2002 года № 38, от 20 июня 2002 года № 44) (с изменениями на 27 марта 2018 года)	Введение
4.	А.А. Самарский, Н.П. Михайлов Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. Библиотека РОАТ	1
5.	Введение в математическое моделирование. Учебное пособие Под ред. П.В. Трусова М.: Логос, 2005. Библиотека РОАТ	1
6.	В.П. Тарасик Математическое моделирование технических систем. Дизайн-ПРО, 2004 Библиотека РОАТ	1
7.	Численные методы: учебное пособие М-во образования РФ; МГУ им. М.В. Ломоносова. - 5-е изд. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. Библиотека РОАТ.	1
8.	В. Ф. Формалев, Д. Л. Ревизников ; под ред. : А. И. Кибзуна Численные методы: учебное пособие НМС М-ва образования РФ. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Физматлит, 2006. Библиотека РОАТ.	1
9.	Катаева Л.Ю. Вычислительная математика: Методическая разработка по курсу «Вычислительная математика»	1
10.	РГОТУПС МПС РФ; Сост.: Катаева Л.Ю. –Н. Новгород, 2003. Библиотека РОАТ.	1
11.	Основы тяги поездов. Осипов СИ., Осипов С.С. М.: УМК МПС России, 2000 Библиотека РОАТ	2
12.	Теория тяги поездов. Основы теории и расчетов. С.И. Баташов, М.А. Ибрагимов, Н.С. Назаров 2018, Москва: РУТ(МИИТ). Библиотека РОАТ	2
13.	Теория электрической тяги Под ред. Осипова СИ. 2006, М.: Транспорт	2
14.	Бахвалов Ю.А., Бочаров В.И., Винокуров В.А., Нагорский В.Д. Транспорт с магнитным подвесом. - М.: Машиностроение, 1991.	3
15.	Автоматические тормоза подвижного состава: Учеб. Пос. Асадченко В.Р. 2006 - 390с - М.: Маршрут, Управ.кадров, учеб. завед. правового обеспечения ФАЖТ, Библиотека РОАТ	3
16.	Качественные характеристики механической части тормозов подвижного состава: Учеб. пос. Смагин Б.В., Юдин В.А. 2009 - 117с, - М.: библиотека	3

№ п/п	Наименование	№ дисциплины
	РОАТ	
17.	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.	3, 4
18.	Высокоскоростной железнодорожный транспорт. Общий курс: учеб. Пособие: в 2 т./ И.П. Киселёв и др.; под ред. И.П. Киселёв. – М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014 г., Т. 1 – 308 с.	3, 5
19.	Автоматические системы управления локомотивов Луков Н.М., Космодамианский А.С. Учебник для вузов ж.-д. транспорта. – М.: Маршрут, 2007.	4
20.	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.	4
21.	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	4
22.	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.	4, 5
23.	Система управления и диагностики электровоза ЭП10 Под ред. С.В. Покровского 2009, М.: Интекс	4, 5
24.	Высокоскоростной железнодорожный транспорт. Общий курс: учеб. Пособие: в 2 т./ И.П. Киселёв и др.; под ред. И.П. Киселёв. – М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014 г., Т. 2 – 372 с.	5, 7
25.	Теория надёжности Острейковский В.А М.: Высш. шк., 2008	5
26.	Технология механосборочного производства Кривич О.Ю. М:МИИТ, 2015, библиотека РОАТ, электронная библиотека	5
27.	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.	5
28.	Техническое диагностирование локомотивов Четвергов В.А., Овчаренко С.М., Бухтеев В.Ф. М.: Транспорт, 2012-368 с.	5
29.	Техническое обслуживание и ремонт локомотивов В. Т. Данковцев, В.И. Киселев, В.А. Четвергов УМЦ Ж.Д.Т Москва, 2007, 557 с.	5
30.	Эксплуатация и ремонт электроподвижного состава магистральных железных дорог. Иньков Ю.М. и др. М.: МЭИ, 2011 - 383 с.	5

№ п/п	Наименование	№ дисциплины
31.	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.	6
32.	Электрические машины. Копылов И.П. М., - Высшая школа. – 2009.	6
33.	Электрические машины. Кацман М. М. М., - Издательский центр «Академия» – 2007.	6
34.	«Безопасность движения железнодорожного подвижного состава» Черкашин Ю.М. 2010 - М.: «Интекс». -176с, РОАТ чит. зал	7
35.	Курс лекций по транспортной безопасности Смирнова Т.С. Изд-во УМЦ ЖДТ (Маршрут), 2013 год, 296 страниц	7
36.	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.	7
37.	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	7
38.	Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации	7

Генеральный директор, к.т.н.

М.Ю. Капустин

Учебная программа подготовлена:  
Эксперт, к.т.н.

С.В. Малахов