

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

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИТТСУ



П.Ф. Бестемьянов

25 ноября 2019 г.



Кафедра «Электроэнергетика транспорта»

Автор Терёшкина Ирина Валерьевна

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специзмерения в системах электроснабжения

Специальность:	23.05.05 – Системы обеспечения движения поездов
Специализация:	Электроснабжение железных дорог
Квалификация выпускника:	Инженер путей сообщения
Форма обучения:	очная
Год начала подготовки	2019

<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании Учебно-методической комиссии института Протокол № 10 25 июня 2019 г. Председатель учебно-методической комиссии</p>  <p style="text-align: right;">С.В. Володин</p>	<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании кафедры</p> <p>Протокол № 12 24 июня 2019 г. Заведующий кафедрой</p>  <p style="text-align: right;">М.В. Шевлюгин</p>
--	---

Москва 2019 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины «Специальные измерения в системах электроснабжения» является формирование у обучающихся компетенций в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами по специальности «Системы обеспечения движения поездов» и приобретение ими:

- знаний о методах измерений для определения надежности оборудования и эффективности режима электроснабжения;
- умений проводить в связи с поставленной задачей и анализировать полученные результаты измерений
- навыков работы со специальными измерительными приборами и устройствами.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Учебная дисциплина "Специзмерения в системах электроснабжения" относится к блоку 1 "Дисциплины (модули)" и входит в его вариативную часть.

2.1. Наименования предшествующих дисциплин

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

2.1.1. Метрология, стандартизация и сертификация:

Знания: Базовых положений Государственной системы обеспечения единства измерений. Системы стандартизации типовых изделий и соединений в машиностроении. Системы менеджмента качества, принципов ее внедрения и функционирования. Единую систему конструкторской документации и Единую систему технологической документации. Сертификацию технических объектов и процессов, материалов и систем.

Умения: Выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов. Осваивать новые технологические процессы и методы контроля качества образцов изделий. Оформлять проектную документацию, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования. Составлять техническую документацию, проводить работы по стандартизации и подготовке к сертификации и внедрению системы менеджмента качества.

Навыки: Владеть методами контроля качества изделий электротехнического оборудования и металлоконструкций инфраструктуры энергоснабжения и подвижного состава, топливно-энергетического комплекса и опасных технических объектов ж.д. транспорта

2.2. Наименование последующих дисциплин

Результаты освоения дисциплины используются при изучении последующих учебных дисциплин:

2.2.1. Автоматизация систем электроснабжения

Знания: технические характеристики и устройство систем автоматики и телемеханики, их конструкцию и методы эксплуатации

Умения: уметь использовать в профессиональной деятельности современные информационные технологии, изучать и анализировать информацию, технические данные, показатели и результаты работы систем обеспечения движения поездов, обобщать и систематизировать их, производить расчёты и проектирование систем автоматического регулирования.

Навыки: владеть программными средствами автоматизированных рабочих мест в системе оперативного управления электроснабжением железных дорог.

2.2.2. Основы технической диагностики

Знания: Методов и технических средств эксплуатационных испытаний и диагностики электроэнергетического оборудования, методов оценки технического состояния и нормативные сроки остаточного ресурса электрооборудования систем электроснабжения, разновидности ремонтов энергетического оборудования методики их проведения

Умения: составить программу и подобрать технические средства для проведения эксплуатационных испытаний и диагностики электроэнергетического оборудования, использовать методы оценки и техническую документацию для определения текущего технического состояния электрооборудования и его остаточного ресурса, выполнять технологические операции по ремонту электрооборудования по заданной тактике обслуживания объектов

Навыки: опыт выполнения эксплуатационных испытаний и диагностики электроэнергетических установок систем электроснабжения, оценки технического состояния энергетического оборудования систем электроснабжения, проведения ремонтов электрооборудования

2.2.3. Системы менеджмента качества в хозяйстве электроснабжения железных дорог

Знания: модели обеспечения качества в хозяйстве электроснабжения железных дорог, требования к системам качества, международные стандарты управления качеством, нормативные документы ОАО «РЖД» по обеспечению качества продукции (услуг) в хозяйстве электроснабжения железных дорог, методы измерения и оценки показателей качества при эксплуатации и обслуживании устройств электроснабжения, организацию сертификации систем менеджмента качества в хозяйстве электроснабжения железных дорог.

Умения: разрабатывать требования к обеспечению безотказности, готовности и безопасности устройств электроснабжения железных дорог, оценивать стоимость их жизненного цикла.

Навыки: владеть новыми принципами управления качеством систем электроснабжения на всех этапах их жизненного цикла, методами оценки показателей качества продукции (услуги) предприятий хозяйства электроснабжения.

2.2.4. Тяговые и трансформаторные подстанции

Знания: принципы построения схем главных электрических соединений тяговых подстанций и назначение каждого элемента в схеме; методы расчета токов симметричных и несимметричных к. з. принципы действия и конструктивное выполнение основных электрических аппаратов постоянного и переменного тока; схемы соединений и конструктивное выполнение понизительных и преобразовательных трансформаторов тяговых подстанций; конструкции изоляторов и токоведущих частей; условия выбора электрических аппаратов, изоляторов и токоведущих частей; методы расчета заземляющих устройств и устройств защиты от перенапряжений.

Умения: составить схему главных электрических соединений тяговой подстанции; рассчитать токи к. з., необходимые для выбора основных электрических аппаратов, изоляторов и токоведущих частей; выбрать электрические аппараты, изоляторы и токоведущие части; определить необходимую мощность трансформатора собственных нужд, выбрать аккумуляторную батарею с зарядным устройством; оценить (по укрупненным показателям стоимости) капитальные затраты, связанные с сооружением тяговой подстанции; использовать ЭВМ для расчетов токов к. з., переходных процессов при коммутации электрических цепей переменного и постоянного тока. Пользоваться Интернетом и компьютерными технологиями

Навыки: конструктивным выполнением распределительных устройств и типовых ячеек распределительных устройств всех напряжений постоянного и переменного тока; особенностями процесса восстановления электрической прочности межконтактных промежутков коммутационных аппаратов для характерных случаев отключения токов к.

з. и нагрузки;- перспективой современной электроэнергетики, путями ее развития, энергетическими программами; проблемами экологии, связанными с развитием электроэнергетики;- компьютерными технологиями обработки результатов испытаний; - элементами экономического анализа при сравнении вариантов технических решений.

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

В результате освоения дисциплины студент должен:

№ п/п	Код и название компетенции	Ожидаемые результаты
1	ПКС-1 Способен осуществлять организационно-техническое, административно-правовое и финансово-экономическое регулирование процессов передачи электроэнергии потребителям с соблюдением критериев надежности электроснабжения, параметров качества электроэнергии и её эффективного использования и экономного расходования	ПКС-1.5 Готов осуществлять контроль качества электрической энергии с использованием современных средств измерения и методик расчета показателей, выбирая оптимальные способы повышения качества электроснабжения и обеспечения требуемых показателей качества электроэнергии.

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

4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет:

3 зачетные единицы (108 ак. ч.).

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

Вид учебной работы	Количество часов	
	Всего по учебному плану	Семестр 9
Контактная работа	50	50,15
Аудиторные занятия (всего):	50	50
В том числе:		
лекции (Л)	34	34
практические (ПЗ) и семинарские (С)	16	16
Самостоятельная работа (всего)	58	58
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, часы:	108	108
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, зач.ед.:	3.0	3.0
Текущий контроль успеваемости (количество и вид текущего контроля)	ПК1, ПК2	ПК1, ПК2
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	ЗаО	ЗаО

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

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	
			Л	ЛР	ПЗ	КСР	СР	Всего		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	9	Раздел 1 Комплекс измерений для диагностирования силового трансформатора тяговых подстанций	20		16			31	67	
2	9	Тема 1.1 Методы измерения возвратного напряжения, измерения с помощью прибора контроля влажности ПКВ-13, измерения tg и R60/R15, измерения омического сопротивления обмоток с помощью моста. Снятие круговой диаграммы с помощью осциллографа.	4						4	
3	9	Раздел 2 ИК-и УФ-диагностика в эксплуатации оборудования тяговых подстанций и контактной сети. Вагон для испытания контактной сети	4					6	10	ПК1
4	9	Тема 2.1 Измерения с помощью различных вариантов тепловизоров (ИК-диагностика) и УФ-камер. Примеры опытной эксплуатации ИК-диагностики и УФ-камер.	4						4	
5	9	Раздел 3 Электромагнитное	4					6	10	

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		поле контактной сети. Приборы безопасности. Измерения для диагностирования кабельных линий							
6	9	Тема 3.1 Приборы контроля приближения к токоведущим частям, основанные на контроле электромагнитного поля. Методы измерения напряженности электромагнитного поля и принципы построения измерительных приборов.	4					4	
7	9	Раздел 4 Испытания на надёжность. Статистическая трактовка показателей надёжности. Обработка результатов экспериментов	4				6	10	ПК2
8	9	Тема 4.1 Понятие безопасности подвижного состава. Классификация нарушений безопасности движения на железнодорожном транспорте. Реальная модель эксплуатации. Скрытое аварийное состояние и случайная величина его характеризующая. Методика определения наработок до появления отказов. Моделирование	4					4	

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежу-точной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		наработок до появления опасных отказов на основе выборок наработок до обнаружения опасных отказов.							
9	9	Раздел 5 Остаточное и наведенное напряжение в отключенной контактной сети	2				9	11	ЗаО
10	9	Тема 5.1 Контроль остаточного и наведенного напряжения в отключенной контактной сети. Определение проходящего или устойчивого КЗ в контактной сети. Решение вопрос о запрете АПВ фидера контактной сети. Влияние характеристик ЭПС на измерение остаточного и наведенного напряжений.	2					2	
11		Всего:	34		16		58	108	

4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

Практические занятия предусмотрены в объеме 16 ак. ч.

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего часов/ из них часов в интерактивной форме
1	2	3	4	5
1	9		Комплекс измерений для диагностирования силового трансформатора тяговых подстанций	16
ВСЕГО:				16 / 0

4.5. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Преподавание дисциплины «Специмерения в системах электроснабжения» осуществляется в форме лекций и практических занятий.

Лекции проводятся в традиционной классно-урочной организационной форме, по типу управления познавательной деятельностью и на 50 % являются традиционными классически-лекционными (объяснительно-иллюстративные), и на 50 % с использованием интерактивных (диалоговых) технологий, в том числе мультимедиа лекция (2 часов), проблемная лекция (2 часов), разбор и анализ конкретной ситуации (4 часа).

Лабораторные работы организованы с использованием технологий развивающего обучения. Занятия проводятся на современных стендах, моделирующих реальные ситуации, а так же проблемные случаи.

Самостоятельная работа студента организована с использованием традиционных видов работы и интерактивных технологий. К традиционным видам работы (23 часа) относятся отработка лекционного материала и отработка отдельных тем по учебным пособиям. К интерактивным (диалоговым) технологиям (10 часов) относится отработка отдельных тем по электронным пособиям, подготовка к текущему и промежуточному контролю, интерактивные консультации в режиме реального времени по специальным разделам и технологиям, основанным на коллективных способах самостоятельной работы студентов. Оценка полученных знаний, умений и навыков основана на модульно-рейтинговой технологии. Весь курс разбит на 5 разделов, представляющих собой логически завершённый объём учебной информации. Фонды оценочных средств освоенных компетенций включают как вопросы теоретического характера для оценки знаний, так и задания практического содержания (выполнение и защита лабораторных работ) для оценки умений и навыков. Теоретические знания проверяются путём применения таких организационных форм, как индивидуальные и групповые решения ситуационных задач.

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

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Вид самостоятельной работы студента. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы	Всего часов
1	2	3	4	5
1	9	РАЗДЕЛ 1 Комплекс измерений для диагностирования силового трансформатора тяговых подстанций	Изучение разделов дополнительной литературы по теории старения изоляции, расчёту величины относительного износа изоляции трансформаторов, ГОСТ по масляным и сухим трансформаторам	6
2	9	РАЗДЕЛ 1 Комплекс измерений для диагностирования силового трансформатора тяговых подстанций	Изучение разделов дополнительной литературы по теории старения изоляции, расчёту величины относительного износа изоляции трансформаторов, ГОСТ по масляным и сухим трансформаторам	6
3	9	РАЗДЕЛ 2 ИК-и УФ-диагностика в эксплуатации оборудования тяговых подстанций и контактной сети. Вагон для испытания контактной сети	Изучение ресурсов глобальной сети интернет по вопросу реальной эксплуатации вагон-лабораторий для испытания контактной сети на сети железных дорог	6
4	9	РАЗДЕЛ 3 Электромагнитное поле контактной сети. Приборы безопасности. Измерения для диагностирования кабельных линий	Изучение разделов дополнительной литературы по методам моделирования и расчёта электромагнитных полей . Применение параллельных вычислений для расчётов эл. маг. полей	6
5	9	РАЗДЕЛ 4 Испытания на надёжность. Статистическая трактовка показателей надёжности. Обработка результатов экспериментов	Изучение разделов дополнительной литературы по применению набора инструментов Statistic пакета программ MatLab для статистической обработки результатов измерений	6
6	9	РАЗДЕЛ 5 Остаточное и наведенное напряжение в отключенной контактной сети	Исследование ресурсов глобальной сети интернет для изучения современных цифровых защит тяговой сети с функцией АПВ. Исследование алгоритма реализации функции АПВ и дополнительного оборудования для нее. Подготовка к зачёту	9
7	9		Комплекс измерений для диагностирования силового трансформатора тяговых подстанций	25
ВСЕГО:				64

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

7.1. Основная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
1	Автоматизация контроля технического состояния подвижного состава	В. В. Бурченков	Гомель.: БелГУТ, 2008	Все разделы

7.2. Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
-------	--------------	-----------	--------------------------------------	--

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

1. <http://library.miit.ru/> - электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки МИИТ.
2. <http://rzd.ru/> - сайт ОАО «РЖД».
3. <http://www.library.ru/> - информационно-справочный портал Проект Российской государственной библиотеки для молодежи.
4. <http://www.elibrary.ru/> - информационно-справочный портал рецензируемых статей.
5. База знаний по дисциплине «Специзмерения в системах электроснабжения» для автоматизированной диалоговой системы экспертизы знаний студентов.

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

Для лекционного курса необходимо проекционное мультимедийное оборудование с широкоформатным экраном. Установленное программное Microsoft Windows, Microsoft Office.

Для выполнения лабораторного курса используются:

Компьютеры дисплейного класса кафедры «Электроэнергетика транспорта»
Intel Pentium E2160-1.80/2Gb/HDD 80Gb/Video on board+PCI/DVD-RW/LAN/300Wt – 28 шт.

Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Windows, Microsoft Office, Microsoft Security Essentials, Embarcadero RAD Studio XE2 Professional Concurrent AppWave

Для самостоятельной работы студентам, наряду с рекомендуемой и дополнительной литературой, предлагается использовать данные и информацию следующего характера (в том числе посредством поиска в сети Интернет):

- 1) справочно-информационного (словари, справочники, энциклопедии, библиографические сборники и т.д.);
- 2) официального (сборники нормативно-правовых документов, законодательных актов и кодексов);
- 3) первоисточники (исторические документы и тексты, литература на иностранных

языках);

4) научного и научно-популярного (монографии, статьи, диссертации, научно-реферативные журналы, сборники научных трудов, ежегодники и т.д.);

5) периодические издания (профессиональные газеты и журналы); и т.д.

В качестве электронных поисковых систем и баз данных публикаций рекомендуется пользоваться следующими электронными ресурсами:

- Российская Государственная Библиотека <http://www.rsl.ru>

- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru>

- Государственная публичная научно-техническая библиотека России <http://www.gpntb.ru>

- Всероссийская государственная библиотека иностранной литературы <http://www.libfl.ru>

-Институт научной информации по общественным наукам Российской академии наук (ИНИОН РАН) <http://www.inion.ru>

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

1. Мультимедийное оборудование (проектор для вывода изображения на экран), интерактивная доска, акустическая система, микрофон, персональный компьютер (CPU Core i3, 8GB RAM, 1Tb HDD, GeForce GT Series) с монитором, беспроводной мышкой и клавиатурой. Аудитория подключена к интернету МИИТ.

2. Персональные компьютеры (Intel Pentium E2160-1.80/2Gb/HDD 80Gb/Video on board+PCI/DVD-RW/LAN/300Wt) с монитором, мышкой и клавиатурой – 14шт; сервер; матричный принтер (локальная сеть имеет беспроводную точку доступа типа Wi-Fi).

Многотерминальный комплекс на базе ПЭВМ для изучения программирования микроконтроллеров и управления технологическими объектами на их базе:

8 блоков рабочих мест с микроконтроллерами ATmega8535 семейства AVR;

блок связи с ПЭВМ (программатор); блок питания комплекса.

Типовой комплект учебного оборудования: «Элементы систем автоматики и вычислительной техники» (ЭСАиВТ-СК)

Лабораторный стенд: «Программируемый логистический контроллер SIEMENS S7-300» (ПЛК- Siemens+) на 12 объектов автоматизации

Лабораторный стенд: «Программируемый логистический контроллер Omron » (ПЛК- OMRON) на 12 объектов автоматизации

Лабораторный стенд: «Микроконтроллеры и автоматизация» (ПЛК- OMRON) на 8 рабочих мест

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

В ходе изучения дисциплины СИЭ необходимо обратить внимание на следующие основополагающие моменты.

Основные понятия об СИЭ. Место СИЭ в современной измерительной технике и в информационных технологиях. Классификация СИЭ. Системный принцип построение СИЭ. Принципы агрегирования и комплексирования. Примеры СИЭ.

Структура и технические средства СИЭ. Обобщённая функциональная структурная схема СИЭ. Измерительные каналы (ИК) и измерительные вычислительные комплексы как подсистемы СИЭ. Технические средства СИЭ: первичные и вторичные измерительные преобразователи, АЦП, вычислительные устройства, каналы связи и интерфейсы, базирующие устройства.

Пассивные и активные методы сбора первичной измерительной информации.

Дискретизация исходных данных. Учёт априорной информации об исследуемых сигналах

при выборе периода квантования. Теорема Котельникова.

Предварительная обработка измерительной информации. Введение поправок.

Линеаризация ИК. Сглаживание исходных данных по времени и по пространству.

Основные измерительные задачи, решаемые СИЭ: регистрация исследуемых физических величин; измерение функционалов; измерение параметров математической модели исследуемого объекта; исследование отклонений формы.

Алгоритмы решение измерительных задач. Интерполяция и экстраполяция зарегистрированных физических величин. Алгоритмы определения функционалов. Роль математических моделей исследуемого объекта при измерении параметров и отклонений формы. Влияние дискретизации на погрешность получаемых результатов. Использование тестовых воздействий при измерении линейных и нелинейных операторов исследуемых объектов.

Основные задачи метрологического обеспечения СИЭ: метрологическая аттестация программ и алгоритмов; метрологические характеристики измерительных каналов и их отличие от метрологических характеристик других средств измерений; комплектная и поэлементная поверка калибровка) СИЭ.

Анализ погрешности измерения с помощью СИЭ. Аппаратные и методические погрешности СИЭ и специфика их оценки, обусловленная большим объёмом обрабатываемых данных и сложностью алгоритмов обработки. Интегральная оценка неопределённости измерения параметров. Оценка неопределённости измерения из-за неадекватности используемой математической модели объекта измерения.

Статистические измерительные системы. Общий подход к измерению вероятностных характеристик. Измерение вероятностных характеристик различных случайных объектов: случайных величин, случайных событий, случайных функций. Специфика исследования стационарных эргодических случайных процессов с использованием усреднения по времени. Погрешности измерения вероятностных характеристик.

Системы автоматического контроля и диагностики. Постановка задачи допускового контроля. Стопроцентный и выборочный контроль. Ошибки контроля двух видов и их вероятности. Оценка достоверности результатов стопроцентного допускового контроля и его оптимизация с использованием критериев среднего риска и Неймана-Пирсона. Априорная информация, необходимая для расчёта вероятностей ошибок контроля. Алгоритмы выборочного контроля и их зависимость от априорной информации о распределении контролируемого показателя.

Системы диагностики как развитие систем автоматического контроля.

Статическая и прогностическая диагностика.

Распознавание образов. Алгоритмы распознавания на основе сравнения экспериментальных данных с моделями различных классов. Ошибки распознавания и их вероятности. Оптимизация распознавания по критерию минимума вероятности ошибки.

Идентификация математической модели исследуемого объекта. Проверка функциональных моделей, используемых при постановке задач измерения параметров. Сопоставление задач распознавания образов и идентификации функциональных моделей. Проверка адекватности класса моделей: линейные операторы, безынерционные преобразования, случайные величины, детерминированные функции, стационарные случайные процессы, независимые случайные величины.

Моделирование при проектировании СИЭ. Выбор алгоритмов и оценка неопределённости, ориентируясь на наихудший случай.

Адаптация к свойствам исследуемого объекта, измерительных каналов и условиям эксплуатации. Аппаратная и алгоритмическая адаптация.

Моделирование при проектировании, исследовании и эксплуатации СИЭ. Основные задачи, решаемые путём математического и статистического моделирования: формирование неискажённого и реального массивов данных,

моделирование измерительного канала; реальные и идеальные алгоритмы обработки информации; анализ неопределённости получаемых результатов.

Основные блоки, используемые при моделировании: формирование заданных детерминированных функций, формирование случайных чисел и случайных функций с заданными вероятностными характеристиками, линейные и нелинейные безынерционные преобразования сигналов.