

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Н.И. Кузнецова, Н.В. Серова-Нашева

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ
ИЗМЕРЕНИЯ И ПРИБОРЫ**

Организационно-методические указания
по изучению дисциплины
для студентов очной и заочной форм обучения
специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование,
эксплуатация и инжиниринг»
специализации «Системы контроля и управления станций»

Севастополь
СевГУ
2018

УДК 621.039.564(075.8)
К891

Р е ц е н з е н т ы:
С.А. Качур - д.т.н., доцент
А.А. Скидан - к.т.н., доцент

Кузнецова Н.И., Серова-Нашева Н.В.
К891 Технологические измерения и приборы. Организационно-методические указания по изучению дисциплины для студентов очной и заочной форм обучения: учеб.-метод. пособие. / Н.И. Кузнецова, Н.В. Серова-Нашева. - Севастополь: СевГУ, 2018. – 68 с.

Настоящее пособие разработано для оказания методической помощи студентам при изучении дисциплины «Технологические измерения и приборы». Рассмотрены вопросы роли и значения дисциплины, содержание дисциплины. Приведены задания на самостоятельную работу студентов очной формы обучения. Даны варианты контрольных работ студентов заочной формы обучения, требования по выполнению курсового проекта и вопросы итогового контроля. Приведен перечень литературы, необходимой для изучения дисциплины.

Организационно-методические указания по изучению дисциплины для студентов очной и заочной форм обучения предназначены для обучения по специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг» специализации «Системы контроля и управления атомных станций».

УДК 621.039.564(075.8)

Рассмотрено и рекомендовано Учебно-методическим советом института в качестве учебно-методического пособия для студентов очной и заочной форм обучения специальности 14.05.02. «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг», специализации «Системы контроля и управления атомных станций», протокол № 4 от 30 марта 2018 г.

Изд. №. 18/18. Объем 4,25 п. л. Усл. печ. л. 3,95. Уч.-изд. л. 4,14.
РИИЦМ ФГБОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

© Кузнецова Н.И.,
Серова-Нашева Н.В., 2018
© ФГАОУ ВО «Севастопольский
государственный университет», 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава 1	Рекомендации студентам по самостоятельной работе над курсом «Технологические измерения и приборы»	4
1.1.	Общие положения	4
1.2.	Образовательные технологии	6
1.3.	Контроль знаний и его характеристика	9
Глава 2	Структура и содержание дисциплины	13
2.1.	Структура и объем дисциплины	13
2.2.	Содержание учебной дисциплины	14
Глава 3	Организационно-методические указания по изучению дисциплины для студентов заочной формы обучения	40
3.1.	Общие указания	40
3.2.	Практические занятия для студентов ЗФО	41
3.3.	Методические рекомендации для выполнения курсового проекта	42
Глава 4	Варианты контрольных работ	42
4.1.	Методические рекомендации для выполнения контрольной работы	42
4.2.	Контрольная работа № 1 «Средства измерения и контроля температуры, давления, расхода и уровня».	43
4.3.	Контрольная работа № 2 «Средства измерения и контроля химического состава сред».	48
4.4.	Контрольная работа № 3 «Средства контроля и измерений специальных величин».	51
4.5.	Контрольная работа № 4 «Организация эксплуатации и ремонта средств измерений».	55
Глава 5	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	58
5.1.	Перечень основной и дополнительной литературы	58
5.2.	Электронные образовательные ресурсы	59
Глава 6	Вопросы итогового контроля	60
	Список сокращений	66
	Литература	67

Глава 1

Рекомендации студентам по самостоятельной работе над курсом «Технологические измерения и приборы»

1.1. Общие положения

Процесс современной организации управления АЭС с реакторами различных типов невозможен без сбора, преобразования, представления информации о технологическом объекте. Эти задачи решаются с помощью разнообразных средств измерений и контроля технологических параметров, а также средств вычислительной техники.

Предметом изучения дисциплины являются средства технологических измерений и приборы контроля ЯЭУ.

Дисциплина «Технологические измерения и приборы» (С3.В1) относится к вариативной части (В1) профессионального цикла (С.3) основной образовательной программы подготовки (ООП ВПО) студентов по специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг», специализации «Системы контроля и управления АС». Её изучение совместно с другими общенаучными и общеинженерными дисциплинами обеспечивает фундаментальную подготовку студентов по специальности в объеме, достаточном для самостоятельного выполнения обязанностей по первичной должности.

Данная дисциплина базируется на таких курсах, как: высшая математика, физика и физический практикум, теория информации, гидрогазодинамика, электроника и схемотехника, метрология, стандартизация и сертификация, основы проектирования систем автоматизации, метрологическое обеспечение АСУ ТП, информационные системы и комплексы, микропроцессорная техника, идентификация и моделирование, системный анализ сложных систем.

Изучение дисциплины осуществляется во взаимодействии с дисциплинами и имеют связь планируемых результатов обучения: основы компьютерно-интегрированного управления, автоматизация технологических процессов, проектирование автоматизированных систем, технические средства автоматизации.

Дисциплины, для изучения которых потребуются знания, полученные в результате изучения дисциплины: надежность и диагностирование, теория управления, автоматизированные системы управления (АСУТП) АЭС, эксплуатация АЭС, ремонт АЭС.

Целью освоения дисциплины является совместно с другими общенаучными и общеинженерными дисциплинами обеспечить

фундаментальную подготовку студентов по специальности в объеме, достаточном для самостоятельного выполнения обязанностей по первичной должности.

Задачами дисциплины являются:

- Научить студентов фундаментальным и теоретическим положениям дисциплины, привить студентам практические навыки выполнения технологических измерений и восстановления технической готовности приборов контроля АС.

- Указать методическое направление и обучить методам самостоятельного совершенствования своих знаний и навыков в области технологических измерений и приборов.

- Усвоение теоретических знаний по основам измерений параметров технологических процессов, изделий и методам измерения, а также принципов построения измерительных преобразователей, вторичных приборов систем автоматического контроля АЭС.

- Привитие практических навыков по эксплуатации, сборке и настройке современных измерительных преобразователей и вторичных приборов, а также и научить правильно выбирать приборы для технологических измерений.

- Получение знаний, умений и навыков в области измерений технологических параметров АЭС.

- Привитие навыков самостоятельной работы и использования учебной, справочной и научной литературы.

- Воспитание культуры инженерного и научного мышления, общей и профессиональной речи.

- Оказание помощи в получении и практическом применении полученных знаний.

В результате освоения учебной дисциплины «Технологические измерения и приборы» обучающийся должен:

Знать:

- принципы построения измерительных преобразователей, вторичных измерительных приборов и автоматизированных систем контроля, диагностики и управления технологическими процессами;

- правила эксплуатации действующих на АЭС приборов и аппаратуры систем контроля, защиты и управления технологическими процессами, программно-технических комплексов АСУ ТП ЯЭУ;

- неисправности в приборах и аппаратуре, настройки преобразователей систем.

Уметь:

- применять принципы построения измерительных преобразователей, вторичных измерительных приборов, органов управления, автоматических и

автоматизированных систем контроля и управления технологическими процессами атомных станций и других ЯЭУ;

- применять правила эксплуатации действующих на АЭС приборов и аппаратуры систем контроля, защиты и управления технологическими процессами, программно-технических комплексов АСУ ТП ЯЭУ;

- находить неисправности в приборах и аппаратуре, проводить настройку преобразователей систем.

Владеть:

- навыками использовать принципы построения измерительных преобразователей, вторичных измерительных приборов, органов управления, автоматических и автоматизированных систем контроля и управления технологическими процессами атомных станций и других ЯЭУ;

- эксплуатировать действующие на АЭС приборы и аппаратуру систем контроля, защиты и управления технологическими процессами, программно-технических комплексов АСУ ТП ЯЭУ;

- устранять неисправности в приборах и аппаратуре, проводить настройку преобразователей систем.

1.2. Образовательные технологии

При изучении дисциплины проводятся следующие виды занятий в аудиторные часы:

- лекции;
- практические занятия;
- лабораторные работы;
- курсовое проектирование.

Лекционные занятия являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки студента. Лекции имеют цель дать систематизированную основу научных знаний по дисциплине, раскрыть состояние и перспективы прогресса электроники и приборостроения, сконцентрировать внимание на наиболее сложных и узловых проблемах. Проводятся в традиционной форме и с использованием компьютерных презентаций, демонстрационных версий.

Лабораторные занятия имеют продолжительность два академических часа. Требуют от студента большой самостоятельности, активности, воспитывают их в духе строгой ответственности за качество работы, а поэтому заставляют глубоко осмысливать ее, приучают к критической оценке своих действий, учат суммировать и обобщать итоги работы.

Практические занятия на учебной технике, имитационных средствах проводятся с целью освоения технических средств автоматизации, выработки навыков в решении инженерных задач. Главным содержанием этих занятий является практическая работа каждого студента, а также выполнение контрольных заданий.

Курсовое проектирование выполняется в аудиторные часы и часы самостоятельной работы студентов с целью:

- Углубить, систематизировать и закрепить полученные теоретические знания путем их практического использования при анализе прототипных схем, выборе технического решения, его аргументации и расчетном обосновании результатов проектирования.

- Получить навыки проведения самостоятельной поисковой работы по материалам научно-технической литературы, включая соответствующие ГОСТы и ЕСКД.

- Получить навыки по оформлению текстовой и графической документации согласно требованиям ЕСКД.

При изучении теоретического материала по курсу «Технологические измерения и приборы» требуется систематическая работа, при этом необходимо относиться к учебному материалу, дифференцировано:

- в курсе имеется материал, о котором достаточно иметь лишь общее представление (это различные исторические данные, сведения о работе ученых, факты, привлекаемые из смежных отраслей знаний и т.д.)

- но в каждом разделе курса есть материал, который необходимо запомнить. К таким сведениям относятся: постоянные величины, формулы, определения, условные графические обозначения и т.д.

- значительное место занимает материал, который требует понимания (физический смысл явлений и процессов, происходящих в элементах и функциональных узлах измерительных приборов и т.д.).

С целью эффективного усвоения материала необходимо помнить, что:

1. Прежде чем изучать материал по рекомендованной литературе, необходимо проанализировать те установки, которые были даны на установочной сессии. Желательно выбирать те учебники и методические пособия, которые рекомендуются для изучения дисциплины.

2. Изучение любой темы начинается всегда с основных понятий и определений.

3. Не переходите к изучению следующего материала, пока не будете убеждены, что Вы разобрались с предыдущим материалом.

4. Критерием понимания изучаемой темы является умение применять теорию к решению практических задач, умению обосновывать каждый шаг при их решении.

5. При изучении материала курса рекомендуется составлять краткий конспект, записывать основные правила и определения, зарисовывать схемы и графики.

Для полноценного изучения курса приводится список рекомендованной литературы, приведенный в главе 5 данного пособия:

При изучении курса рекомендуется ознакомиться с дополнительной литературой, в которой шире и глубже рассматриваются достижения современной науки и техники.

Необходимо учесть, что в связи со сложностью курса материал рекомендуется изучать по темам в последовательности, приведенной в программе.

Самостоятельная работа студентами над учебным материалом по дисциплине «Технологические измерения и приборы» проводится в часы самостоятельных занятий с целью более глубокого овладения знаниями по программе дисциплины. Главным содержанием этих занятий является самостоятельная индивидуальная работа каждого студента при решении поставленных задач.

Перечень вопросов, рассматриваемых на самостоятельном занятии и методика его выполнения, доводятся до студентов в конце каждого аудиторного занятия.

Перечень заданий для самостоятельной работы студентов очной формы обучения необходимо выполнять самостоятельно, используя учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины, приведенное в главе 5 данного пособия:

1. Проработать тепловые схемы ЯЭУ 1-, 2-, 3-х контурные. [1] стр. 8-12
2. Изучить методы компенсации погрешностей. [1] стр. 88-91, [12] стр. 86-87.
3. Перенести в рабочую тетрадь функциональные схемы КМ-140, АМ-140, и определить их отличия. ТО и ЭИ; [1] стр. 91-95; [12] стр. 51-54.
4. Изучить методы расширения рабочего диапазона средств измерений. [12] стр. 35-36.
5. Изучить комплекс «АПИР-С» [1] стр. 126- 128.
6. Перенести в рабочую тетрадь функциональные схемы КД-140 и АД-140 и определить их отличия. ТО и ЭИ; [12] стр. 107-114.
7. Изучить расходомеры на основе метода скоростного напора. [2] стр. 166-189.
8. Изучить частотные и фазовые ультразвуковые расходомеры для измерения расхода химически агрессивных жидкостей. [2] стр. 212- 215.
9. Изучить фазоёмкостной метод измерения уровня. [2] стр. 259-269; [12] стр. 116-134.
10. Изучить схемы химического контроля водно-химического режима АЭС с ВВЭР. [7] стр. 76-81.
11. Изучить устройство и принцип действия солемера типа СС – 1. [12] стр. 73 – 79.
12. Изучить методику проведения измерений искривлений и диаметра технологических каналов (ТК). [15] стр. 95 – 98.
13. Изучить «Ядерно-физический контроль на АЭС». [14] стр. 66-74.
14. Изучить контроль мощности реактора и внутриреакторный контроль [14] стр. 66 – 74
15. Изучить зависимость чувствительности ДПЗ в зависимости от материала эмиттера. [11] стр. 57-60.

16. Изучить средства индивидуального дозиметрического контроля. [12] стр. 98 – 100.

17. Изучить внутриреакторные датчики системы ВРК с ВВЭР. [21.] стр. 19 – 26; [22] стр. 10 – 16.

18. Изучить компоновку оборудования на щитах управления АЭС. [21] стр. 47-50, стр. 112 – 113; [22] стр. 52 – 91.

Прежде чем изучать материал по рекомендованной литературе, необходимо проанализировать те установки, которые были даны на аудиторных занятиях. Желательно выбирать те учебники и методические пособия, которые рекомендуются для изучения дисциплины. В случае отсутствия рекомендуемой литературы возможно использование других учебных изданий по теме задания.

Необходимо помнить, что изучение любой темы начинается всегда с освоения основных понятий и определений, изложенных в аудиторные часы.

Для определения степени усвоения студентами изученного материала вопросы по теме заданий включаются в перечень вопросов контрольных работ и итогового контроля по дисциплине.

В процессе изучения курса студенты выполняют лабораторные работы, проектируют и защищают курсовой проект, а после усвоения учебного материала сдают экзамен.

1.3. Контроль знаний и его характеристика

Контроль знаний студентов должен быть непрерывным в течение всего цикла обучения. Он включает в себя следующие виды:

- опрос студентов на каждом практическом занятии и по возможности на лекциях;
- проведение летучек на практических занятиях;
- проведение (возможно!) двухчасовых контрольных работ;
- прием отчетов по индивидуальным заданиям;
- прием и защита курсовых проектов;
- прием семестровых экзаменов.

Оценка усвоения знаний и умений в предлагаемом учебно-методическом курсе осуществляется в процессе повторения и обобщения, выполнения текущих самостоятельных работ на этапе актуализации знаний и на этапе повторения, закрепления и обобщения изученного практически на каждом занятии.

В курсе предусмотрена многоуровневая система контроля знаний: самоконтроль - при введении нового материала, «взаимоконтроль» - в процессе его отработки, поучительный контроль - в системе обучающих самостоятельных работ, текущий контроль - при проведении контрольных, лабораторных работ, итоговый контроль - при проведении дифференцированного зачета.

Текущий контроль проводится с целью разносторонней проверки уровней знаний и качеств обучаемых, определение путей дальнейшего совершенствования преподавания дисциплины в форме устных опросов.

1. Проверка результатов обработки лекционного материала производится путем контрольного опроса: индивидуального или фронтального (письменная работа).

2. Проверка самостоятельно разработанных вопросов по соответствующим темам проводится путем проверки конспекта и контрольного опроса по соответствующему вопросу.

3. Проверка выполнения практических заданий для самостоятельной работы студентов проводится путем контроля за своевременным их выполнением и проведение с их тематики текущих самостоятельных работ (в течение 10-15 мин.).

4. Проверка самостоятельного выполнения индивидуальных заданий проводится в виде их защиты (письменного или устного).

Использование указанных видов занятий и текущего контроля позволяет организовать технологию обучения и достижение конечного уровня овладения знаниями по дисциплине «Технологические измерения и приборы».

Организация выполнения КП и его защита.

Выполнение студентом КП определяется заданием, методическими рекомендациями и преподавателем кафедры.

После проверки и подписи работы преподавателем, осуществляющим прием КП, студент должен защитить свой проект перед экзаменационной комиссией.

Типовые вопросы к курсовому проекту и рекомендации по выполнению приведены в учебном пособии Кузнецова Н. И., Н. В. Серова-Нашева. Расчет и проектирование информационно-измерительной системы АСУ ТП АЭС: Учеб. пособие для выполнения курсового проекта. Севастополь: СевГУ, 2017. - 125 с.: ил.

В ходе защиты студент должен сделать доклад и ответить на вопросы комиссии по существу выполненного проекта. Зачитывать во время защиты доклад с текста недопустимо!

Прием и защита КП осуществляется в течении семестра, в срок указанный учебным планом.

Оценка за КП вносится в отдельную ведомость. Получение положительного результата является допуском к семестровому экзамену по дисциплине.

Итоговая оценка за семестр осуществляется на основе экзамена в конце 9 семестра. В приложение к диплому вносится оценка за 9 семестр.

Соотношение шкал оценивания ECTS с системой оценивания в Российской Федерации приведены в таблице 1.

Таблица 1

Соотношение шкал оценивания ECTS с системой оценивания в РФ.

Сумма баллов по видам учебной деятельности (по 100 балльной системе)	Оценка ECTS	По шкале РФ	Характеристика критерия оценивания
1	2	3	4
90 – 100	A	5	«Отлично» - выполнены все требования-компетенции, а именно: теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены качественно и оценено высоким, близким к максимальному, числом баллов.
82 – 89	B	4	«Очень хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, выполнены все предусмотренные программой обучения учебные задания, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному.
74 – 81	C	4	«Хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.
64 – 73	D	3	«Удовлетворительно» - теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, содержат ошибки.
60 – 63	E	3	«Достаточно (посредственно)» - теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному.

Окончание таблицы 1

1	2	3	4
35 – 59	FX	2	«Условно неудовлетворительно» - теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному, но при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий.
0 – 34	F	2	«Безусловно неудовлетворительно» - теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий.

Установочная и экзаменационная сессии ЗФО обучающихся.

1. В период сессий студентам ЗФО читаются лекции, проводятся практические занятия, лабораторные работы, проверка и прием КП, а также групповые и индивидуальные консультации.

На консультациях студент может получить от преподавателя ответы на вопросы, возникшие у него при самостоятельном изучении учебного материала. Прежде чем обратиться к преподавателю за консультацией, необходимо четко представлять те вопросы, которые Вы хотите задать преподавателю.

Не может быть такой консультации, когда студент обращается к преподавателю, чтобы он рассказал ему весь материал!

2. Лекции и практические занятия, проводимые в период сессий, содержат только основные сведения по тем темам, которые необходимо изучить студентам в предстоящем семестре. Цель этих занятий - показать структуру курса, взаимосвязь между темами, а также дать студентам методические рекомендации для выполнения контрольных работ по запланированным темам.

3. Прием и защита КП осуществляется в период экзаменационной сессии. Получение положительного результата является допуском к семестровому экзамену по дисциплине.

4. Итоговый контроль проводится для определения степени усвоения студентами пройденного материала и проводится в виде экзамена в конце 9 семестра на экзаменационной сессии.

Глава 2

Структура и содержание дисциплины

2.1. Структура и объем дисциплины

Структура и объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий, представляется в виде следующей таблицы 2.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единицы, 252 часа.

Таблица 2

Распределение объема дисциплины по видам работ (трудоемкость в часах)

Курс	Семестр	Общий объем, ЗЕ (ч)	Контактная работа, ч			Самостоятельная работа, ч	Контр. работа, шт.	Курсовой проект (работа)	Зачет (семестр)	Экзамен (семестр)
			Лекции	Практические занятия, КП	Лабораторные занятия					
Очная форма обучения										
5	9	7 (252)	34	34	34	150	-	КП	-	9
Заочная форма обучения										
5	9	7 (252)	12	12	-	228	4	КП	-	9

Соотношение количества часов самостоятельной работы студента к общему объему часов составляет для:

- очной формы обучения – 150/252 (60 %)
- заочной формы обучения – 228/252 (91 %)

Основным принципом построения курса предполагается его модульность. Исходя из этого, изучение курса разбивается на несколько основных модулей и тем:

Модуль 1 «Теплотехнические измерения и приборы АЭС»

Введение.

Тема 1. Измерение температуры

Тема 2. Измерение давления

Тема 3. Измерение расхода

Тема 4. Измерение уровня

Модуль 2 «Средства измерений ХГА»

Тема 5. Анализ состава сред

Тема 6. Анализ состава жидких сред

Тема 7. Анализ состава газов

Модуль 3 «Специальные измерения на АЭС»

Тема 8. Измерения механических величин

Тема 9. Измерение геометрических параметров оборудования

Тема 10. Измерение сейсмовеличин на АЭС

Модуль 4 «Измерение ЯФП »

Тема 11. Измерение ядерно-физических параметров реактора

Модуль 5 «Организация эксплуатации и ремонта средств измерений»

Тема 12. Эксплуатация и ремонт средств измерений.

Заключение.

2.2. Содержание учебной дисциплины

Модуль 1 «Теплотехнические измерения и приборы АЭС»

Введение. Задачи и назначение дисциплины, а так же место, занимаемое ею, в системе подготовки специалиста. Основные положения учебной программы. Связь с другими дисциплинами. Краткая история развития измерений, контроля параметров и приборостроения. Теплотехнический контроль ЯЭУ с реактором ВВЭР. Автоматизированные системы контроля.

Методические указания по изучению темы

При изучении данной темы особое внимание обратить на изучение следующих вопросов:

1. Назначение дисциплины и ее связь с другими дисциплинами.
2. Основные положения учебной программы и связь с другими дисциплинами.
3. Методические требования и рекомендации по изучению данного курса.
4. Общие вопросы измерений и контроля параметров
5. Теплотехнический контроль ЯЭУ с реактором ВВЭР.
6. Автоматизированные системы контроля.

По данной теме дополнительно изучить:

1. Тепловые схемы ЯЭУ 1-, 2-, 3-х контурные. [1], стр. 10 – 12

По данной теме рекомендуется использовать литературу:

1. [1]стр. 10 - 129
 2. [2]стр. 12 – 29
- ТО и ЭИ

Вопросы для самоконтроля

1. Приведите основные понятия по измерению и контролю параметров.
2. Дайте определение измерительной системы и измерительного канала.
3. Приведите схему и объясните структуру измерительной системы.
4. Объясните соподчинение элементов измерительной системы, её построение.
5. Объясните основные величины измерительной системы.
6. Приведите общие сведения о системах контроля ЯЭУ.
7. Объясните основные процессы в ЯЭУ и их взаимосвязь.
8. Приведите структурную схему СВРК, ее назначение и функции.
9. Приведите структурную схему СТТК, ее назначение и функции.
10. Приведите структурную схему АСУ ТП, ее назначение и функции.
11. Приведите количество точек контроля на блоке с ЯР ВВЭР-1000.
12. Общие вопросы измерения и контроля параметров на АЭС

Тема 1. Измерение температуры

Основные понятия о температуре, тепловых величинах и измерениях. Термодинамические процессы на АЭС. Средства измерения и их основные элементы. Термометры расширения. Манометрические термометры. Термометры сопротивления. Термоэлектрические термометры. Схемы подключения преобразователей к измерительным приборам. Измерение температуры с помощью мостовой схемы. Автоматические уравновешенные мосты. Многоточечные приборы для измерения температуры. Методы измерения ЭДС термопары. Автоматические потенциометры. Магнитоэлектрические логометры. Пирометры. Информационно-измерительные каналы (ИИК) для измерения температуры. Типовые структуры ИИК АСУ ТП АЭС. Промежуточные преобразователи. Регистрирующие приборы для измерения температур. Погрешности способов измерения температуры и их определение.

Методические указания по изучению темы

При изучении темы 1 особое внимание обратить на изучение вопросов:

1. Основные понятия о температуре, тепловых величинах и измерениях.
2. Методы и средства измерения температур.
3. Первичные преобразователи температуры.
4. Вторичные преобразователи для измерения температур с Т.С.
5. Вторичные преобразователи для измерения температур с термопарами.

6. Измерение температуры тел по их тепловому излучению.
7. Информационно-измерительные каналы (ИИК) для измерения температуры.
8. Промежуточные и нормирующие преобразователи.
9. Определение технических и метрологических характеристик средств измерения температуры.

По данной теме дополнительно изучить:

1. Общие требования к текстовым документам. [19], стр. 23 – 25
2. УГО элементов в схемах автоматизации. [19], стр. 140 – 273
3. Законы термоэлектрических цепей. [1], стр. 62 – 91
4. Методы компенсации погрешностей. [1], стр. 88–91; [12], стр. 86–87
5. Методы расширения рабочего диапазона средств измерений. [12], стр. 35 - 36.
6. Методы повышения точности средств измерений. [12], стр. 32 - 35.
7. Автоматическую компенсацию температуры холодных спаев ТП. [1], стр. 149 – 152;
8. ТП для измерения температуры твердых тел. [1], стр. 75 – 79;
9. Изучить комплекс «АПИР-С». [1], стр.126 – 127
10. Измерение температуры тел по их тепловому излучению:
 - Фотоэлектрические пирометры. [1], стр. 121 – 123;

При изучении темы 1 рекомендуется использовать литературу:
ТО и ЭИ

Конспект лекций

1. [1], стр. 8 – 102;
2. [8], стр. 18 – 35;
3. [12], стр. 3 – 208;
4. [14], стр. 69 – 101
5. [17], стр. 371 – 403

Вопросы для самоконтроля

- 1 Перечислите техническую документацию средств измерений.
- 2 Приведите основные сведения по проектной документации по автоматизации технических процессов.
- 3 Дайте определение и объясните структурные схемы автоматизации.
- 4 Функциональные схемы автоматизации.
- 5 Принципиальные схемы автоматизации.
- 6 Объясните термодинамические процессы на АЭС.
- 7 Приведите основные понятия о температуре, тепловых величинах и измерениях.
- 8 Приведите первичные преобразователи измерения температуры.

9 Объясните устройство и принцип действия термометров расширения.

10 Объясните устройство и принцип действия манометрических термометров.

11 Объясните устройство и принцип действия термометров сопротивления.

12 Объясните устройство и принцип действия термоэлектрических термометров.

13 Приведите схемы подключения преобразователей к измерительным приборам.

14 Объясните техническое обслуживание (ТО) первичных преобразователей измерения температуры.

15 Приведите вторичные преобразователи для измерения температуры с термометрами сопротивлений.

16 Объясните измерение температуры с помощью мостовой схемы.

17 Объясните устройство и принцип действия автоматических уравновешенных мостов.

18 Объясните устройство и принцип действия многоточечных приборов для измерения температуры.

19 Объясните устройство и принцип действия магнитоэлектрических логометров.

20 Объясните техническое обслуживание (ТО) вторичных преобразователей (ВП) для измерения температуры с термометрами сопротивлений (ТС).

21 Приведите вторичные преобразователи для измерения температуры с термоэлектрическими преобразователями.

22 Объясните методы измерения ЭДС термопары.

23 Объясните устройство и принцип действия автоматических потенциометров.

24 Объясните автоматическую компенсацию температуры холодных спаев ТП.

25 Приведите методы установки ТП.

26 Приведите ТП для измерения температуры твердых тел.

27 Объясните методы компенсации погрешностей.

28 Объясните методы расширения рабочего диапазона средств измерений.

29 Объясните методы повышения точности средств измерений.

30 Объясните техническое обслуживание (ТО) вторичных преобразователей измерения температуры с термоэлектрическими преобразователями.

11. Приведите общие сведения об измерении температуры тел по их тепловому излучению.

12. Объясните устройство и принцип действия оптических пирометров.

13. Объясните устройство и принцип действия фотоэлектрических пирометров.

14. Объясните устройство и принцип действия радиационных пирометров.

15. Объясните устройство и принцип действия пирометров спектрального отношения.

16. Объясните устройство и принцип действия комплекса «АПИР-С».

17. Объясните настройку и регулировку средств измерений и контроля температуры.

18. Приведите информационно-измерительные каналы для измерения температуры

19. Приведите типовые структуры ИИК АСУ ТП АЭС.

20. Общие сведения о промежуточных измерительных преобразователях информационно-измерительных каналов.

21. Объясните устройство и принцип действия промежуточные преобразователи типа Ш – 78, Ш – 79.

Тема 2. Измерение давления

Общие сведения об измерении давления и разряжения. Методы и средства измерения, и их основные элементы. Жидкостные манометры. Деформационные манометры. Приборы с дифференциально-трансформаторными преобразователями. Приборы с преобразователями на основе компенсации магнитных потоков. Приборы с полупроводниковыми тензопреобразователями. Погрешности способов измерения и их определение.

Методические указания по изучению темы

При изучении темы 2 особое внимание обратить на изучение вопросов:

1. Методы и средства измерения давления и разряжения.
2. Первичные преобразователи измерения давления.
3. Вторичные преобразователи для измерения давления.
4. Приборы с полупроводниковыми тензопреобразователями.
5. Погрешности способов измерения и их определение.

По данной теме дополнительно изучить:

1. Приборы с преобразователями на основе компенсации магнитных потоков. [2], стр. 63 -71.

2. Изучить приборы с преобразователями на принципе силовой компенсации. [2], стр. 77 -78.

3. Проработать модификации всех типов «Сапфир-22» и их основные отличия. ТО и ЭИ; [2], стр. 88 – 96.

4. Изучить методику поверки преобразователей измерительных типа «Сапфир». Методические указания МИ 333-83.

При изучении темы 2 рекомендуется использовать литературу:

1 [2], стр. 54 -74; 83 – 113;

2 [5], стр. 10 – 20;

3 [12], стр. 97 – 115;

4 [14], стр. 121 – 132

ТО и ЭИ.

Вопросы для самоконтроля

- 1 Дайте определение термину «давление».
2. Перечислите единицы измерения давления и дайте их соотношения.
3. Перечислите все виды давлений и приведите формулы их вычислений.
4. Дайте определение термину «манометр».
5. Какие элементы входят в состав манометра в общем случае?
6. Как принято классифицировать манометры в зависимости от предела измерения?
7. Как принято классифицировать манометры по принципу действия?
8. Как принято классифицировать манометры по виду представления информации?
9. Как принято классифицировать манометры по конструктивному выполнению?
10. Как принято классифицировать манометры по признаку метрологического назначения и классу точности?
11. Какие чувствительные элементы применяются в манометрах?
12. Какой величиной характеризуется давление в жидкостных манометрах?
13. Приведите схему U-образного (двухтрубного) манометра, объясните принцип и особенности измерения давления.
14. Приведите схему чашечного (однотрубного) манометра, объясните принцип и особенности измерения давления.
15. Приведите структуру датчика давления, его состав и назначение преобразователей.
16. Объясните устройство и использование плоских и выпуклых мембран в качестве чувствительного элемента.
17. Объясните устройство и использование гофрированных мембран и коробок в качестве чувствительного элемента.
18. Объясните устройство и использование неупругих мембран в качестве чувствительного элемента.
19. Объясните устройство и использование сильфонов в качестве чувствительного элемента.
20. Объясните устройство и использование трубчатых пружин в качестве чувствительного элемента.

21. Какие трубчатые пружины применяются для измерения сверхвысоких давлений?

22. Приведите схему и объясните принцип действия электроконтактного манометра типа ЭКМ.

23. Объясните устройство, принцип действия индукционного преобразователя.

24. Приведите схему дифференциально-трансформаторного метода измерения и объясните принцип измерения давления.

25. Объясните устройство и принцип действия прибора типа МЭД.

26. Приведите принципиальную измерительную схему прибора на основе дифференциально-трансформаторного преобразователя и объясните принцип ее действия.

27. Приведите структурную схему преобразователя с магнитной компенсацией и объясните назначение элементов схемы.

28. Приведите принципиальную электрическую схему прибора с преобразователем на основе компенсации магнитных потоков и объясните принцип ее действия.

29. Объясните устройство и принцип действия мембранного манометра с преобразователем на принципе компенсации магнитных потоков.

30. Объясните особенности конструкции манометра пружинного электрического.

31. Какие причины вызывают погрешности дифференциально-трансформаторного метода измерения?

32. Объясните устройство и принцип действия преобразователя на основе струнного вибратора.

33. Объясните устройство и принцип действия приборов с преобразователями на принципе силовой компенсации.

34. Объясните физическую природу пьезоэффекта.

35. Объясните устройство и принцип действия пьезоэлектрического преобразователя.

36. Объясните конструкцию и область применения наклеиваемых металлических тензопреобразователей.

37. Объясните устройство и принцип действия тензометрического манометра.

38. Перечислите типы, назначение, основные технические характеристики и область применения преобразователей «Сапфир».

39. Объясните устройство и принцип действия измерительного блока преобразователя Сапфир-22М-ДИ.

40. Объясните устройство и принцип действия измерительного блока преобразователя Сапфир-22М-ДИВ.

41. Объясните устройство и принцип действия измерительного блока преобразователя Сапфир-22М-ДА.

42. Объясните устройство и принцип действия измерительного блока преобразователя Сапфир-22М-ДД.

43. Объясните устройство и принцип действия измерительного блока преобразователя Сапфир-22М-ДГ-Вн.

44. Объясните устройство и принцип действия измерительного блока преобразователя Сапфир-22М-ДВ.

45. Объясните устройство и принцип действия измерительного блока преобразователя Сапфир-22М-ДГ.

46. Объясните конструкцию и принцип действия электронного блока преобразователя «Сапфир».

47. Приведите электрическую схему соединений преобразователей «Сапфир» с четырехпроводной линией связи.

48. Приведите электрическую схему соединений преобразователей «Сапфир» с двухпроводной линией связи.

49. Объясните принципиальную электрическую схему электронного блока преобразователя «Сапфир».

Тема 3. Измерение расхода

Измерение расхода различных сред. Методы и средства измерения расхода и их основные элементы. Расходомеры постоянного перепада давления. Расходомеры переменного перепада давления. Турбинные расходомеры. Шариковые расходомеры. Электромагнитные расходомеры. Ультразвуковые расходомеры. Вспомогательные блоки каналов измерения расхода. Погрешности способов измерения и их определение.

Методические указания по изучению темы

При изучении темы 3 особое внимание обратить на изучение вопросов:

1. Методы и средства измерения расхода различных сред.
2. Особые случаи измерения расхода.
3. Вспомогательные блоки каналов измерения.
4. Погрешности способов измерения и их определение.

По данной теме дополнительно изучить:

1. Расходомеры на основе метода динамического напора.
[2], стр. 83 – 189;

При изучении темы 2 рекомендуется использовать литературу:

1. [2], стр. 83 – 189;
 2. [5], стр. 12 – 20;
 3. [8], стр. 46 – 58;
 4. [14], стр. 126 – 156;
- ТО и ЭИ.

Вопросы для самоконтроля

1. Что называется расходом?
2. В каких единицах измеряется объемный и массовый расход?
3. Что называется счетчиком количества?
4. Что называется расходомером?
5. Как классифицируются средства измерения расхода и количества газов, жидкостей и пара в зависимости от метода измерения?
6. Какие методы измерения расхода получили наиболее широкое распространение на АЭС?
7. В чем заключается сущность объемного метода измерения расхода?
8. В чем заключается сущность скоростного метода измерения расхода?
9. В чем заключается сущность дроссельного метода измерения расхода?
10. В чем заключается сущность метода обтекания измерения расхода?
11. В чем заключается сущность индукционного метода измерения расхода?
12. Перечислите типы сужающих устройств, приведите их схемы.
13. Что определяется числом Рейнольдса?
14. Что такое «модуль сужающего устройства»?
15. В чем отличие точечного и камерного способов отбора давлений?
16. В чем отличие расположения отверстий для отбора давлений в стандартных диафрагмах и соплах при измерении расхода жидкости, газа и пара в наклонных, горизонтальных и вертикальных трубопроводах?
17. Какие требования предъявляются к материалам, из которых изготавливаются сужающие устройства?
18. Какие обозначения должны иметь сужающие устройства?
19. Приведите схему установки в трубопроводе диафрагмы и объясните характер потока и распределение статического давления.
20. Из каких составных частей состоит комплект расходомера переменного перепада давления?
21. Приведите варианты соединения выводов с камерами диафрагм при измерении расхода пара.
22. Какие требования предъявляются к монтажу сужающих устройств?
23. Как определяется наименьшая длина прямого участка трубопровода до и после сужающего устройства?
24. Какие требования предъявляются к монтажу сужающих устройств при установке их до и после задвижек или вентиля?
25. Какая маркировка должна быть нанесена на корпусах плюсовой и минусовой камер диафрагмы?
26. Какая маркировка должна быть нанесена на диске диафрагмы?

27. Какие сведения должны быть отражены в паспорте диафрагмы?
28. Объясните принцип измерения расхода методом постоянного перепада давления и перечислите виды расходомеров.
29. Приведите схему ротаметра и объясните принцип измерения.
30. Объясните устройство и принцип действия ротаметров с дифференциально-трансформаторным передающим преобразователем.
31. Приведите схему и объясните принцип действия тахометрических счетчиков количества жидкости?
32. Какие устройства применяются в скоростных счетчиках в качестве рабочего элемента?
33. Приведите принципиальную схему расходомера турбинного типа, объясните состав и принцип действия расходомера.
34. Приведите схему и объясните принцип действия первичного турбинного преобразователя расхода жидкости.
35. Приведите схему и объясните принцип действия первичного шарикового преобразователя расхода жидкости.
36. Какие приборы называются анемометрами? Для измерения расхода каких сред они применяются?
37. Объясните принцип измерения расхода электромагнитным методом.
38. Приведите схему, объясните устройство и принцип действия электромагнитного расходомера с постоянным магнитным полем.
39. Перечислите недостатки электромагнитных расходомеров с постоянным магнитным полем.
40. Приведите схему, объясните устройство и принцип действия электромагнитного расходомера с переменным магнитным полем.
41. Что является основным недостатком расходомеров с переменным магнитным полем?
42. Приведите схему формирования «сноса» ультразвукового пучка потоком контролируемой среды.
43. Приведите функциональную схему частотного ультразвукового расходомера, объясните принцип действия.

Тема 4. Измерение уровня

Общие сведения об измерении уровня жидких и сыпучих материалов. Способы и средства измерения и их основные элементы.. Уровнемеры непосредственного контроля уровня. Уровнемеры с дистанционной передачей показаний. Поплавковые уровнемеры. Гидростатические уровнемеры. Пьезометрические уровнемеры. Ультразвуковые уровнемеры. Радиоизотопные уровнемеры. Емкостные уровнемеры. Омические уровнемеры. Индуктивные уровнемеры. Резонансные уровнемеры. Измерение уровня сыпучих материалов. Погрешности способов измерения и их определение.

Методические указания по изучению темы

При изучении темы 4 особое внимание обратить на изучение вопросов:

1. Методы и средства измерения уровня жидких и сыпучих материалов.
2. Уровнемеры непосредственного контроля уровня.
3. Уровнемеры с дистанционной передачей показаний.
4. Электрические уровнемеры.
5. Определение технических и метрологических характеристик средств измерений уровня.
6. Погрешности способов измерения уровня и их определение.

По данной теме дополнительно изучить:

1. Поплавковые и буйковые уровнемеры. [2], стр. 237 - 241;
2. Изучить сигнализаторы уровня. ТО и ЭИ;
3. Фазоёмкостной метод измерения уровня. [2], стр. 259 – 269.

При изучении темы 4 рекомендуется использовать литературу:

- 1 [1], стр. 229 – 241;
 - 2 [2], стр. 231 – 288;
 - 3 [8], стр. 58 – 64;
 - 4 [12], стр. 116 – 136;
 - 5 [14], стр. 156 – 177;
- ТО и ЭИ.

Вопросы для самоконтроля

- 1 Приведите классификацию средств измерения уровня.
- 2 Объясните принцип действия уровнемеров с визуальным отсчетом.
- 3 Объясните метод измерения уровня жидкостей в открытых резервуарах гидростатическими уровнемерами.
- 4 Объясните метод измерения уровня жидкостей в закрытых резервуарах гидростатическими уровнемерами.
- 5 Объясните метод измерения уровня жидкостей поплавковыми уровнемерами.
- 6 Приведите схему поплавкового электрического уровнемера, объясните принцип действия.
- 7 Объясните метод измерения уровня жидкостей буйковыми уровнемерами.
- 8 Объясните метод измерения уровня жидкостей ёмкостными уровнемерами.
- 9 Приведите схему ёмкостного преобразователя для измерения уровня электропроводных жидкостей, объясните принцип действия.
- 10 Приведите принципиальную схему уровнемера ДЕУ-2 и объясните принцип действия.

11 Приведите схему индуктивного преобразователя уровня, объясните принцип действия.

12 Объясните принцип действия и схемы включения омических уровнемеров.

13 Объясните принцип действия и конструкцию чувствительного элемента резонансного уровнемера.

14 Приведите измерительную схему резонансного уровнемера, объясните принцип действия.

15 Объясните явления, происходящие в «длинных линиях».

16 Приведите схему искусственного эквивалента длинной линии и формирование стоячей волны.

17 Объясните зависимость изменения емкости датчика при изменении уровня жидкости.

18 Приведите функциональную схему ФЕУ-1, объясните принцип действия.

19 Приведите структурную схему уровнемера ФЭУ-Д5М. объясните принцип действия.

20 Приведите методы измерения уровня ультразвуковыми уровнемерами.

21 Приведите схему ультразвукового уровнемера, объясните принцип действия.

22 Приведите функциональную схему УЗУ-5, объясните принцип действия.

23 Перечислите причины возникновения и способы компенсации погрешностей при измерении уровня ультразвуковыми уровнемерами.

24 Объясните метод измерения уровня радиоизотопными уровнемерами.

25 Объясните метод измерения уровня пьезометрическими уровнемерами.

26 Объясните особенности измерения уровня сыпучих материалов.

27 Приведите схему весового уровнемера с гидравлическим измерительным устройством, объясните принцип действия.

28 Приведите схему лотового уровнемера, объясните принцип действия.

29 Приведите схемы емкостных сигнализаторов уровня сыпучих материалов, объясните принцип действия.

Модуль 2 «Средства измерений ХГА»

Тема 5. Анализ состава сред

Общие сведения об измерении химического анализа рабочих сред. Средства измерения и их основные элементы. Методы и средства измерения влажности твердых и сыпучих тел. Психометрический метод. Метод точки росы. Гигрометрический метод. Приборы для контроля окружающей среды. Погрешности способов измерения и их определение.

Методические указания по изучению темы

При изучении темы 5 особое внимание обратить на изучение вопросов:

1. Общие сведения об измерении химического анализа рабочих сред.
2. Методы и средства измерения состава и свойств веществ.
3. Методы и средства измерения влажности твердых и сыпучих тел.
4. Приборы для контроля окружающей среды.
5. Погрешности способов измерения влажности и их определение.

По данной теме дополнительно изучить:

1. Устройство и принцип действия гигрометра типа ГП-225. ТО и ЭИ; [14] стр. 180 – 181.
2. Изучить схемы химического контроля водно-химического режима АЭС с ВВЭР. [11] стр. 276 – 281.

При изучении темы 5 рекомендуется использовать литературу:

1. [11], стр. 276 – 281;
2. [12], стр. 68 – 79; 145-146;
3. [14], стр. 177 – 210.

Вопросы для самоконтроля

1. Объясните измерение состава и свойств веществ.
2. Приведите и объясните схемы химического контроля водно-химического режима АЭС с ВВЭР.
3. Приведите общие сведения об анализе состава сред.
4. Объясните измерение влажности газов.
5. Объясните измерение влажности твердых и сыпучих тел.
6. Приведите приборы для контроля окружающей среды.
7. Объясните ТО средств измерения и контроля влажности газов.
8. Объясните устройство и принцип действия гидрометра типа ГП-225.
9. Объясните назначение, устройство и принцип действия автоматического психрометра.
10. Объясните назначение, устройство и принцип действия влагометра на основе метода точки росы.
11. Объясните назначение, устройство и принцип действия пьезосорбционного гигрометра.

Тема 6. Анализ состава жидких сред

Общие сведения об анализе жидкостей. Кондуктометрический метод. Потенциометрический метод. Оптический метод. Измерение концентрации растворенных в воде газов. Нейтронно-абсорбционный метод.

Радиоизотопный метод. Измерение густоты и вязкости сред. Погрешности способов измерения и их определение.

Методические указания по изучению темы

При изучении темы 6 особое внимание обратить на изучение вопросов:

- 1 Общие сведения о средствах измерения и контроля химического состава жидких сред.
- 2 Кондуктометрический метод измерений.
- 3 Оптический метод измерений.
- 4 Потенциометрический метод измерений.
- 5 Нейтронно-абсорбционный метод.
- 6 ТО средств измерения и контроля химического состава жидких сред.
- 7 Погрешности способов измерения химического состава жидких сред и их определение.

По данной теме дополнительно изучить:

1. Устройство и принцип действия солемера типа СС-1. [12], стр. 73 - 78.
 2. Фотоколориметрический анализатор измерения кислорода в воде.
- ТОиЭИ.

При изучении темы 6 рекомендуется использовать литературу:

- 1 [12], стр. 68 – 79; 145;
 - 2 [14], стр. 177 – 210;
- ТО и ЭИ.

Вопросы для самоконтроля

- 1 Приведите общие сведения о средствах измерения и контроля химического состава жидких сред.
- 2 Объясните кондуктометрический метод измерений и приведите средства основанные на данном методе.
- 3 Объясните назначение, устройство и принцип действия кислородомера.
- 4 Объясните назначение, устройство и принцип действия автоматического кондуктометра АК-310 (одноточечного).
- 5 Объясните назначение, устройство и принцип действия автоматического кондуктометра АК-310 (трёхточечного).
- 6 Объясните потенциометрический измерений и приведите средства основанные на данном методе.
- 7 Объясните назначение, устройство и принцип действия РН – метра.
- 8 Объясните оптический метод измерений и приведите средства основанные на данном методе.

9 Объясните нейтронно-абсорбционный метод и приведите средства основанные на данном методе.

10 Объясните устройство и принцип действия солемера типа СС – 1

11 Объясните устройство и принцип действия фотоколориметрического анализатора измерения кислорода в воде.

12 Приведите схемы химического контроля воднохимического режима АЭС с ВВЭР.

Тема 7. Анализ состава газов

Общие сведения об анализе газов. Объемные газоанализаторы. Тепловые газоанализаторы. Магнитные газоанализаторы. Оптические газоанализаторы. Хроматографические газоанализаторы. Электрические газоанализаторы. Погрешности способов измерения и их определение.

Методические указания по изучению темы

При изучении темы 7 особое внимание обратить на изучение вопросов:

1. Общие сведения о средствах измерения и контроля химического состава газов.
2. Объемные газоанализаторы.
3. Тепловые газоанализаторы.
4. Магнитные газоанализаторы.
5. Оптические газоанализаторы.
6. Хроматографические газоанализаторы.
7. Электрические газоанализаторы.
8. ТО средств измерения и контроля химического состава газов.
9. Погрешности способов измерения химического состава газов и их определение.

По данной теме дополнительно изучить:

- 1 Электрические газоанализаторы. ТОиЭИ.
- 2 Терромагнитные газоанализаторы. ТОиЭИ.

При изучении темы 7 рекомендуется использовать литературу:

- 1 [11], стр. 74 – 118;
 - 2 [14], стр. 177 – 210;
 - 3 [16] стр. 23 - 94;
- ТО и ЭИ.

Вопросы для самоконтроля

- 1 Приведите общие сведения о средствах измерения и контроля химического состава газов.

- 2 Приведите блок схему и состав; физических газоанализаторов.
- 3 Объясните устройство и принцип действия объемных газоанализаторов.
- 4 Объясните устройство и принцип действия термокондуктометрических газоанализаторов.
- 5 Объясните устройство и принцип действия магнитных газоанализаторов.
- 6 Объясните устройство и принцип действия оптических газоанализаторов.
- 7 Объясните устройство и принцип действия хроматографических газоанализаторов.
- 8 Объясните устройство и принцип действия электрических газоанализаторов
- 9 Объясните ТО средств измерения и контроля химического состава газов.
- 10 Приведите погрешности способов измерения химического состава газов и их определение.

Модуль 3 «Специальные измерения на АЭС»

Тема 8. Измерения механических величин

Общие сведения о специальных измерениях. Аппаратура технологического контроля тепловых расширений и вибросостояния энергетических турбоагрегатов “ЛМЗ-97” для измерения величин вибрации на блоке АЭС. Система контроля механических величин турбоустановки СКМВТ-1000. Погрешности способов измерения и их определение.

Методические указания по изучению темы

При изучении темы 8 особое внимание обратить на изучение вопросов:

1. Общие сведения о специальных измерениях.
2. Методы и средства измерения силы, массы, деформации, перемещения и скорости.
3. Средства измерений и их основные элементы.
4. Аппаратура технологического контроля тепловых расширений и вибросостояния энергетических турбоагрегатов “ЛМЗ-97” для измерения величин вибрации на блоке АЭС.
5. Система контроля механических величин турбоустановки СКМВТ-1000.
6. Погрешности средств измерения и их определение.

По данной теме дополнительно изучить:

1 Устройство и принцип действия устройства прослушивания уплотнений ТГ. ТО и ЭИ, Технологический регламент;

2 Состав комплекта аппаратуры «ЛМЗ-97». Технический паспорт ЯШМИ 402243,081 ПС;

3 Мнемосхему турбины и расстановку датчиков аппаратуры «ЛМЗ-97». Технический паспорт ЯШМИ 402243,081 ПС;

4 Особенности эксплуатации и технического обслуживания «СКМВТ-1000». Руководство по эксплуатации «Система контроля механических величин турбоустановки СКМВТ – 1000» ЯЕВИ.421451.013 РЭ;

5 Мнемосхему турбины и расстановку датчиков «СКМВТ-1000». Руководство по эксплуатации ЯЕИ.421451.013 РЭ.

При изучении темы 8 рекомендуется использовать литературу:

1. [5], стр. 1 – 40;

2. Технологический регламент;

3. «ЛМЗ-97».Технический паспорт ЯШМИ 402243,081 ПС, Санкт-Петербург;

4. «ЛМЗ-97».Руководство по эксплуатации ЯШМИ 402233,011 РЭ, Санкт-Петербург;

5. «СКМВТ-1000» Руководство по эксплуатации ЯЕИ.421451.013 РЭ;

6. Технологический регламент 7 – Э – УНИК:

- ЯЕВИ.421456.004 РЭ;

- ЯЕВИ.421459.041 РЭ;

- ЯЕВИ.426449.007 РЭ;

- ЯЕВИ.426419.074 РЭ;

- ЯЕВИ.426439.021 РЭ;

- ЯЕВИ.426429.073 РЭ;

- ЯЕВИ.426429.107 РЭ;

- ЯЕВИ.426479.165 РЭ;

- ЯЕВИ.426429.108 РЭ;

- ЯЕВИ.426429.069 РЭ;

- ЯЕВИ.426419.126 РЭ;

- ЯЕВИ.426419.102 РЭ;

- ЯЕВИ.426419.096 РЭ;

- ЯЕВИ.426429.094 РЭ;

- ЯЕВИ.426429.075 РЭ;

- ЯЕВИ.426419.099 РЭ;

8 СКМВТ-1000» Руководство оператора ПОАРМ.
804.14315500.00172-01 34 01.

Вопросы для самоконтроля

1. Приведите общие сведения об измерении, деформации, перемещении и скорости.
2. Приведите назначение аппаратуры «ЛМЗ-97».
3. Приведите состав (комплектность) и технические характеристики «ЛМЗ-97».
4. Объясните принцип действия аппаратуры «ЛМЗ-97».
5. Объясните конструкцию и установку первичной аппаратуры «ЛМЗ-97».
6. Объясните конструкцию и принцип действия вторичной аппаратуры ИВВ-03 «ЛМЗ-97».
7. Особенности эксплуатации «ЛМЗ-97».
8. Порядок и периодичность проведения технического обслуживания «ЛМЗ-97».
9. Мнемосхема турбины и расстановка датчиков «ЛМЗ-97».
10. Назначение и функции системы СКМВТ-1000.
11. Состав и технические характеристики СКМВТ-1000.
12. Структурная схема «СКМВТ-1000».
13. Конструкция и работа устройств системы «СКМВТ-1000».
14. Объясните особенности эксплуатации и технического обслуживания «СКМВТ-1000».
15. Порядок и периодичность проведения технического обслуживания «СКМВТ-1000».
16. Мнемосхема турбины и расстановка датчиков «СКМВТ-1000».
17. Погрешности средств измерения и их определение.

Тема 9. Измерение геометрических параметров оборудования

Измерение геометрических параметров оборудования АЭС. Методы измерения отклонения от вертикали и горизонтали. Приборы контроля искривлений технологических каналов на основе маятника. Приборы контроля искривлений технологических каналов и негоризонтальности главного разъема реактора на основе уровня жидкости.

Методические указания по изучению темы

При изучении темы 9 особое внимание обратить на изучение вопросов:

1. Методы и средства измерения геометрических параметров оборудования предприятий.
2. Методы и средства измерения отклонения от вертикали и горизонтали параметров оборудования АЭС.
3. Приборы контроля искривлений технологических каналов на основе маятника.

4. Приборы контроля искривлений технологических каналов и негоризонтальности главного разъема реактора на основе уровня жидкости.

По данной теме дополнительно изучить:

1. Методику проведения измерений искривлений и диаметра ТК.
[15] стр. 95 - 98.

При изучении темы 9 рекомендуется использовать литературу:

- 1 [14] стр. 211 - 218;
 - 2 [15] стр. 10 - 16; 95 – 98;
- ТО и ЭИ.

Вопросы для самоконтроля

1. Приведите общие сведения об измерении геометрических параметров оборудования АЭС.
2. Объясните измерение геометрических параметров оборудования АЭС.
3. Приведите методы измерения отклонения от вертикали и горизонтали.
4. Объясните устройство и принцип действия приборов контроля искривлений технологических каналов на основе маятника.
5. Объясните устройство и принцип действия приборов контроля искривлений технологических каналов на основе уровня жидкости.
6. Приведите методику проведения измерений искривлений и диаметра ТК.

Тема 10. Измерение сейсмовеличин на АЭС

Общие сведения об измерении сейсмовеличин. Устройства контроля сейсмозащиты на АЭС. Сейсмополевые датчики. Измерительный канал системы промышленной антисейсмической защиты. Сейсмостойкость и сейсmobезопасность сооружений и оборудования АЭС.

Методические указания по изучению темы

При изучении темы 10 особое внимание обратить на изучение вопросов:

1. Общие сведения об измерении сейсмовеличин.
2. Устройства контроля сейсмозащиты на АЭС.
3. Сейсмополевые датчики.
4. Измерительный канал СИАЗ.
5. Сейсмостойкость и сейсmobезопасность сооружений и оборудования АЭС.

По данной теме дополнительно изучить:

1. Сейсмостойкость и сейсmobезопасность сооружений и оборудования АЭС. [28], стр. 2 - 46.
2. Проверку работоспособности системы. [27], стр. 29 – 30.

При изучении темы 10 рекомендуется использовать литературу:

- 1 [20], стр. 3 – 45;
- 2 [21], стр. 2 – 46;

ТО и ЭИ;

Технологический регламент.

Вопросы для самоконтроля

1. Приведите общие сведения об измерении сейсмовеличин.
2. Объясните назначение, устройство и принцип действия сейсмополевых датчиков.
3. Приведите функциональную схему системы СИАЗ.
4. Приведите схему и принцип действия измерительного тракта системы СИАЗ.
5. Объясните сейсмостойкость и сейсmobезопасность сооружений и оборудования АЭС.
6. Назначение и основные технические данные светолучевого осциллографа типа Н044.
7. Объясните проверку работоспособности системы СИАЗ.

Модуль 4 «Измерение ЯФП »

Тема 11. Измерение ядерно-физических параметров реактора

Общие сведения об измерении ядерно-физических параметров реактора. Средства измерения и их основные элементы. Импульсный канал. Токовый канал. Ионизационные камеры. Электронно-эмиссионные преобразователи. Каналы нейтронные измерительные. Газоразрядные детекторы. Контроль радиационной обстановки в помещениях АЭС. Средства индивидуального дозиметрического контроля.

Методические указания по изучению темы

При изучении темы 11 особое внимание обратить на изучение вопросов:

1. Методы и средства измерения ядерно-физических параметров.
2. Первичные преобразователи измерения нейтронного потока.
3. Ионизационные камеры.
4. Электронно-эмиссионные преобразователи.

5. Каналы нейтронные измерительные.
6. Газоразрядные счетчики.
7. Контроль радиационной обстановки в помещениях АЭС.
8. Средства индивидуального дозиметрического контроля.

По данной теме дополнительно изучить:

1. Средства индивидуального дозиметрического контроля. [8], стр. 98 - 100.
2. Внутрореакторный контроль. [22], стр. 68 - 74.
3. Конструктивную схему пусковой импульсной камеры КНТ-54-1. [14], стр. 63 – 64.
4. Зависимость чувствительности ДПЗ в зависимости от материала эмиттера. [7], стр. 57 - 61.
5. Контроль мощности реактора. [22], стр. 66 - 68.
6. Контроль радиационной обстановки в помещениях АЭС. [22], стр. 105 - 116.
7. Внутрореакторные датчики системы ВРК с ВВЭР. [22], стр. 69 - 86.

При изучении темы 11 рекомендуется использовать литературу:

1. [2], стр. 3 – 91;
2. [7], стр. 25 – 72;
3. [10], стр. 5 – 114;
4. [8], стр. 98 – 100;
5. [18], стр. 11 – 30;
6. [14], стр. 50 – 68;
7. [22], стр. 66 – 68;

ТО и ЭИ «Каналы нейтронные измерительные»;
Технологический регламент.

Вопросы для самоконтроля

1. Приведите общие сведения об измерении ядерно-физических параметров ЯЭУ.
2. Общие сведения об измерении ядерно-физических параметров ЯЭУ.
3. Объясните и приведите распределения диапазонов контроля мощности реактора.
4. Объясните режимы работы реактора.
5. Перечислите измерительные пусковые каналы и область их применения при изменении потока нейтронов в активной зоне ядерного реактора.
6. Приведите структурную схему и объясните принцип действия импульсного канала.
7. Приведите структурную схему и объясните принцип действия токового канала.

8. Перечислите недостатки пусковой системы.
9. Приведите структурную схему и объясните принцип действия САР мощности реактора.
10. Приведите общие сведения об ионизационных камерах.
11. Приведите и объясните принцип размещения и выбор места установки ИК.
12. Объясните маркировку ионизационных камер.
13. Объясните классификацию ионизационных камер.
14. Объясните устройство и принцип действия двухэлектродной ИК.
15. Приведите и объясните физический смысл ВАХ ИК.
16. Приведите и объясните ВАХ ИК при различных значениях мощности дозы.
17. Дайте определение ИК типа КНК и применение их в различных режимах работы реактора.
18. Объясните устройство и принцип действия токовой ИК.
19. Объясните устройство и принцип действия импульсной ИК.
20. Конструктивная схема пусковой импульсной камеры КНТ-54-1.
21. Объясните применение ионизационных камер на АЭС.
22. Подвеска для ИК: схема, состав, принцип действия.
23. Приведите и объясните схему установки нейтронных датчиков за пределами активной зоны.
24. Назовите причины обуславливающие выбор места установки преобразователей измерения нейтронного потока.
25. Приведите и объясните конструкцию измерительного канала реактора типа ВВЭР-1000.
26. Объясните энерговыделение в АЗ и приведите системы ВРК.
27. Объясните назначение и основные требования к внутриреакторным детекторам.
28. Приведите схему и объясните принцип действия электронно-эмиссионных преобразователей (ДПЗ).
29. Объясните применение ДПЗ на АЭС.
30. Объясните чувствительность ДПЗ в зависимости от материала эмиттера.
31. Приведите назначение и основные технические данные, условия эксплуатации погружаемой части КНИ.
32. Приведите состав КНИ и объясните их конструктивные отличия.
33. Объясните устройство и принцип действия КНИ.
34. Приведите порядок работы КНИ.
35. Объясните применение КНИ на АЭС.
36. Приведите и объясните процедуры по порядку проверки технического состояния КНИ в процессе работы.
37. Объясните внешнее проявление, метод выявления, вероятные причины и способы устранения возможных неисправностей КНИ.
38. Объясните выполнение дезактивации КНИ.
39. Объясните введение поправки на выгорание КНИ.

40. Измерение тока детекторов КНИ.
41. Введение поправки на ток линии связи КНИ.
42. Измерение сопротивления изоляции детекторов КНИ.
43. Определение характерных неисправностей детекторов КНИ.
44. Отключение дефектных детекторов КНИ.
45. Объясните применение газоразрядных счетчиков на отечественных АЭС.
46. Дайте определение и приведите классификацию газоразрядных счетчиков.
47. Объясните маркировку газоразрядных счетчиков.
48. Объясните устройство и принцип действия газоразрядных счетчиков.
49. Укажите области работы газоразрядных счетчиков на ВАХ и объясните физический смысл.
50. Объясните измерение мощности дозы с применением газоразрядных счетчиков.
51. Приведите и объясните счетную характеристику газоразрядных счетчиков.
52. Дайте определение и объясните применение пропорциональных счетчиков.
53. Объясните устройство и принцип действия пропорциональных счетчиков.
54. Дайте определение и объясните применение коронных счетчиков.
55. Объясните устройство и принцип действия коронных счетчиков.
56. Объясните коронный газовый разряд и его шум.
57. Приведите и объясните счетную характеристику СМ-11.
58. Дайте определение и объясните применение счетчиков Гейгера-Мюллера.
59. Объясните устройство и принцип действия счетчиков Гейгера-Мюллера.
60. Дайте определение самостоятельного разряда и объясните механизм его гашения.
61. Дайте определение коэффициента газового усиления и приведите его значение для различных преобразователей.
62. Объясните контроль радиационной обстановки в помещениях АЭС.
63. Объясните контроль герметичности оболочек ТВЭлов.
64. Приведите средства индивидуального дозиметрического контроля.

Модуль 5 «Организация эксплуатации и ремонта средств измерений»

Тема 12. Эксплуатация и ремонт средств измерений

Организация управления энергоблоком. Автоматизированные системы контроля. Общие концепции АСУ ТП энергоблока. Структура АСУ ТП энергоблока. Щиты управления блоком. Организация монтажа технических средств АСУ ТП АЭС. Монтаж технических средств в помещениях КИП. Стенды КИП. Организация эксплуатации средств измерений. Особенности эксплуатации приборов контроля ЯЭУ. ППО и ППР. Организация ремонта приборов. Кодировка систем и механизмов АЭС. Маркировка точек технологического контроля. Маркировка блокировок (Защит). Импульсные и кабельные линии. Кабельные и трубные проходки. Техническая документация средств измерений.

Методические указания по изучению темы

При изучении темы 12 особое внимание обратить на изучение вопросов:

1. Организация управления энергоблоком.
2. Общие концепции АСУ ТП энергоблока.
3. Структура АСУ ТП энергоблока.
4. Щиты управления блоком.
5. Организация монтажа технических средств АСУ ТП АЭС.
6. Организация эксплуатации средств измерений.
7. Организация цеха ТАИ.
8. Особенности эксплуатации приборов контроля ЯЭУ. ППО и ППР.
9. Кодировка систем и механизмов АЭС.
10. Импульсные и кабельные линии.
11. Кабельные и трубные проходки.
12. Техническая документация средств измерений.

По данной теме дополнительно изучить:

1. Структурную схему АСУ ТП энергоблока. [1], стр. 5 – 10.
2. Компоновку оборудования на щитах управления АЭС. [8], стр. 112 – 113.
3. Общие правила работы с «загрязненными» средствами измерений. [8], стр. 94 – 98.
4. Технику безопасности в цехах и на территории АЭС при проведении ремонтных и профилактических работ. [18], стр. 270 – 274.

При изучении темы 14 рекомендуется использовать литературу:

- 1 [1], стр. 5 – 10;
- 2 [8], стр. 73 – 113;

- 3 [14], стр. 225 – 232;
5. [22], стр. 37 – 65;
Технологический регламент;
Дополнение к РТМ 34-9-ТЭПОЗ-77.

Вопросы для самоконтроля

1. Объясните организация управления энергоблоком.
2. Приведите общие концепции АСУ ТП энергоблока.
3. Приведите структура АСУ ТП энергоблока.
4. Приведите назначение, функции, персонал центрального щита управления.
5. Приведите назначение, функции, персонал блочного щита управления.
6. Приведите назначение, функции, персонал резервного щита управления.
7. Приведите назначение, функции, персонал местного щита управления.
8. Приведите компоновку оборудования на щитах управления АЭС.
9. Объясните организацию монтажа технических средств АСУ ТП АЭС.
10. Требования к помещениям КИП.
11. Объясните монтаж технических средств в помещениях КИП.
12. Объясните назначение, конструкцию стендов КИП.
13. Объясните организацию цеха ТАИ.
14. Объясните особенности эксплуатации приборов контроля ЯЭУ.
15. Объясните организация ремонта приборов.
16. Приведите правила эксплуатации средств измерений.
17. Объясните правила ведения эксплуатационной документации.
18. Приведите общие положения о кодировке монтажных единиц АЭС.
19. Приведите маркировку точек технологического контроля.
20. Приведите маркировку блокировок (защит).
21. Приведите маркировку устройств измерения.
22. Приведите кодировку систем и механизмов МЗ (стендов).
23. Приведите назначение, монтаж, требования к импульсным линиям.
24. Приведите назначение, монтаж, требования к кабельным линиям.
25. Приведите назначение, монтаж, требования к трубным проходкам.
26. Приведите назначение, монтаж, требования к кабельным проходкам.
27. Объясните технику безопасности в цехах и на территории АЭС при проведении ремонтных и профилактических работ.
28. Перечислите общие правила работы с "загрязненными" средствами измерений.
29. Приведите особенности эксплуатации средств измерений.
30. Приведите основные требования по установке первичных приборов.

31. Перечислите противопожарные мероприятия на предприятии.

32. Объясните влияние теории измерений на развитие техники измерений и автоматизации.

Заключение. Краткое обобщение дисциплины. Перспективы развития теплотехнических измерений и приборов контроля ЯЭУ. Итоги изучения дисциплины и рекомендации по использованию полученных знаний для освоения специальности. Пути дальнейшего самостоятельного пополнения и углубления знаний в процессе практической деятельности.

Методические указания по изучению темы

При изучении данной темы особое внимание обратить на изучение следующих вопросов:

1. Краткое обобщение дисциплины.
2. Перспективы развития технологических измерений и приборов контроля ЯЭУ.
3. Итоги изучения дисциплины и рекомендации по использованию полученных знаний для освоения специальности.
4. Пути дальнейшего самостоятельного пополнения и углубления знаний в процессе практической деятельности.

По окончании изучения материала данной дисциплины необходима подготовка к защите КП и экзамену в конце 9 семестра и при этом рекомендуется использовать литературу, согласно перечня, приведенного в данном пособии в главе 5.

Глава 3

Организационно-методические указания по изучению дисциплины для студентов заочной формы обучения

3.1. Общие указания

Отличие заочного образования от дневного состоит в том, что основной формой обучения является самостоятельная работа студентов над учебным материалом.

Во время сессий студентам читают лекции по основным разделам дисциплины:

Л1 Вводная лекция. Первичные преобразователи (ПП) измерения температуры.

Л2 Методы и средства измерения уровня различных сред.

Л3 Методы и средства измерения ХГА на АЭС.

Л4 Система контроля механических величин турбоустановки АЭС.

Л5 Измерение ядерно-физических параметров. Ионизационные камеры.

Л6 Заключительная. Щиты управления энергоблоком.

Для закрепления теоретического материала проводят практические занятия и занятия по курсовому проектированию.

Пз1 Импульсные линии и трубные проходки.

Пз2 Методы и средства измерения состава газов.

Пз3 Кабельные линии и проходки.

КП Расчет и проектирование ИИС АСУТП АЭС.

3.2. Практические занятия для студентов ЗФО

1. Практические занятия и лабораторные работы проводятся во время сессий под руководством преподавателя.

2. Практические занятия на материальной части и ПК проводятся с целью овладения знаниями и выработки необходимых практических навыков и умений при использовании изучаемых методов измерения технологических параметров. Главным содержанием этих занятий является практическая индивидуальная работа каждого обучаемого при решении поставленных задач.

Практические занятия проводятся в соответствии с методическими рекомендациями, разработанными на кафедре.

3.3. Методические рекомендации для выполнения курсового проекта

Курсовой проект выполняется в соответствии с индивидуальным заданием и содержит текстовую и графическую информацию. Текстовый и расчетный материал оформляется в виде пояснительной записки. С целью обеспечения логичной завершенности и полноты исследования студенту предлагается определенная структура КП представленная в методических указаниях для выполнения проекта.

Предлагаемая структура, по мнению автора, позволяет студенту проявить инициативу и самостоятельность в ознакомлении с опытом эксплуатации реальных энергоблоков АЭС.

Для ориентации в большом объеме материала при разработке темы КП рекомендуется специальная техническая документация и дополнительная литература.

Все расчеты и графическую часть КП рекомендовано выполнять с применением современных ПЭВМ и программного обеспечения.

Графический материал курсового проекта должен содержать (на листах формата А-1) заданные схемы и технические разработки. Графические материалы КП выполняют в формах, установленных соответствующими стандартами Единой системы конструкторской документации (ЕСКД). Графический материал необходимо выполнять с применением компьютерной программы «AUTOCAD».

Пояснительная записка должна быть оформлена в соответствии с ГОСТом 2.105-95 «Текстовые документы. Требования к оформлению». Все действия и использование расчетных соотношений должны быть объяснены и обоснованы.

Завершая оформление пояснительной записки и графического материала, студент должен произвести окончательную проверку всего текста, проверить графический материал, поставить дату и подписать проект.

Окончательно выполненный проект, подписанный студентом, предъявляется преподавателю для проверки и подписи в срок, установленный учебным планом. При наличии ошибок и замечаний КП возвращается студенту для исправления, после чего производится повторная проверка.

После проверки и подписи работы преподавателем, осуществляющим прием КП, студент должен защитить свой проект перед экзаменационной комиссией.

В ходе защиты студент должен сделать доклад и ответить на вопросы комиссии по существу выполненного проекта. Зачитывать во время защиты доклад с текста недопустимо!

Глава 4

Варианты контрольных работ

4.1. Методические рекомендации для выполнения контрольной работы

Детальное изучение материала студент производит самостоятельно по той литературе, которая ему предлагается. Все возникающие вопросы студент может решить при встрече с преподавателем, либо получив необходимую консультацию в письменном виде.

В течение семестра студент обязан выполнить контрольные работы, согласно индивидуальных заданий (см. 4.2, 4.3, 4.4 данного пособия).

Основные положения:

1. Задания на контрольные работы выдаются студентам во время установочной сессии. При получении варианта контрольной работы содержание практических вопросов согласовывается с преподавателем.

2. Выполнение контрольной работы рекомендуется начинать только после изучения теоретического материала по рассматриваемой теме.

3. Контрольная работа должна выполняться студентом самостоятельно, это позволит преподавателю объективно оценивать работу, а также дать необходимые советы, на какие моменты студенту необходимо обратить внимание.

4. При выполнении контрольной работы особое внимание необходимо обратить на формулировки терминов, законов и понятий метрологического обеспечения согласно требований ГОСТов и нормативных документов, принятых в РФ.

5. Материал, изложенный в контрольной работе, должен глубоко освещать основные вопросы задания.

6. При оформлении контрольной работы необходимо указать перечень литературы, используемой при выполнении работы с указанием страниц.

7. Оформление контрольной работы выполняется в соответствии с требованиями Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и ГОСТа 2.105-95 «Общие требования к текстовым документам».

8. Предоставление выполненной контрольной работы в университет осуществляется в соответствии с графиком выполнения заданий.

9. Контрольные работы, в которых не даны ответы на все поставленные вопросы не проверяются.

10. Правильно выполненные контрольные работы являются допуском к итоговому контролю за семестр!

При ответе на поставленный **теоретический вопрос** варианта контрольной работы студент должен:

- дать определения метода или средства измерения;

- объяснить назначение и особенности применения методов и средств измерения в технологическом процессе;
- при необходимости дать структурную, функциональную или принципиальную схему средств измерений;
- описать конструкцию и особенности эксплуатации средств измерений;
- указать достоинства, недостатки и технические характеристики средств измерений;
- перспективы развития рассматриваемых методов и средств измерений.

При ответе на **практические вопросы** студент должен описать:

- назначение канала измерения, с указанием системы или оборудования (в соответствии с кодировкой систем и механизмов, принятой на предприятии);
- структурная схема канала;
- тип, устройство и принцип действия датчика;
- типы промежуточных преобразователей с указанием их функций;
- тип вторичного прибора или устройства преобразования измерительного сигнала;
- марки и типы кабельных и импульсных линий и их проходов;
- алгоритм поиска и устранения неисправностей данного канала.

4.2. Контрольная работа № 1

Тема: «Средства измерения и контроля температуры, давления, расхода и уровня»

Теоретические вопросы:

1. Объясните взаимосвязь между процессами, протекающими в ядерных энергетических установках.
2. Перечислите и объясните термодинамические процессы на АЭС.
3. Приведите основные понятия о температуре, тепловых величинах и измерениях.
4. Объясните назначение, состав, функции и структурную схему системы теплотехнического контроля.
5. Объясните назначение, состав, функции автоматизированных систем управления технологическими процессами.
6. Приведите тепловые схемы ЯЭУ 1-, 2-, 3-х контурные и укажите оборудование каждого контура.
7. Приведите классификацию первичных преобразователей измерения температуры на АЭС.

8. Объясните устройство, принцип действия, применение, достоинства и недостатки термометров расширения.

9. Объясните устройство, принцип действия, применение, достоинства и недостатки манометрических термометров.

10. Объясните устройство, принцип действия, уравнение, маркировку, градуировку, применение, достоинства и недостатки термометров сопротивления.

11. Объясните устройство, принцип действия, уравнение, маркировку, градуировку, применение, достоинства и недостатки термоэлектрических термометров.

12. Приведите схемы подключения термометров сопротивления ко вторичному измерительному преобразователю и объясните их преимущества и недостатки.

13. Объясните измерение температуры с помощью резисторного моста.

14. Объясните измерение температуры с помощью неуравновешенного моста.

15. Объясните измерение температуры с помощью уравновешенного моста.

16. Приведите схему автоматического уравновешенного моста и объясните принцип действия

17. Приведите схему магнитоэлектрического логометра и объясните принцип действия

18. Приведите функциональную схему многоточечного прибора для измерения температуры и объясните принцип действия

19. Приведите схемы и объясните методы измерения ЭДС термопары, их достоинства и недостатки.

20. Объясните методы установки ТП.

21. Приведите схему автоматического потенциометра и объясните принцип действия

22. Объясните методы компенсации погрешностей при измерении температуры.

23. Объясните автоматическую компенсацию температуры холодных спаев ТП.

24. Приведите ТП для измерения температуры твердых тел.

25. Объясните методы расширения рабочего диапазона средств измерений.

26. Объясните методы повышения точности средств измерений.

27. Приведите типовые структуры ИИК АСУ ТП АЭС и объясните назначение структурных составляющих.

28. Приведите схемы промежуточных преобразователей типа Ш-78; Ш-79 и объясните принцип действия.

29. Приведите общие сведения об измерении температуры тел по их тепловому излучению.

30. Приведите схему радиационного пирометра и объясните принцип действия.

31. Приведите схему оптического пирометра и объясните принцип действия.

32. Приведите схему пирометров спектрального отношения и объясните принцип действия.

33. Приведите схему фотоэлектрического пирометра и объясните принцип действия.

34. Объясните назначение, технические характеристики и применение комплекса «АПИР-С».

35. Приведите общие сведения об измерении давления и разряжения.

36. Приведите классификацию средств измерения давления и разряжения.

37. Объясните устройство и принцип действия жидкостных манометров.

38. Объясните устройство и принцип действия деформационных манометров.

39. Объясните устройство и принцип действия индукционного преобразователя.

40. Приведите схему и объясните принцип действия ВП для измерения давления с дифференциально-трансформаторными преобразователями.

41. Приведите схему и объясните принцип действия приборов с преобразователями на основе компенсации магнитных потоков.

42. Объясните устройство и принцип действия тензорезистивных преобразователей.

43. Объясните назначение, устройство и принцип действия преобразователя типа «Сапфир22М-ДИВ».

44. Объясните назначение, устройство и принцип действия преобразователя типа «Сапфир22М-ДД».

45. Объясните назначение, устройство и принцип действия преобразователя типа «Сапфир22М-ДА».

46. Объясните назначение, устройство и принцип действия преобразователя типа «Сапфир22М-ДГ».

47. Объясните назначение, устройство и принцип действия преобразователя типа «Сапфир22М-ДИ».

48. Объясните назначение, устройство и принцип действия преобразователя типа «Сапфир22М-ДВ».

49. Объясните назначение, устройство и принцип действия электронного блока преобразователей "Сапфир".

50. Приведите общие сведения об измерении расхода.

51. Объясните устройство и принцип действия расходомеров постоянного перепада давления.

52. Объясните устройство и принцип действия расходомеров переменного перепада давления.

53. Требования к сужающим устройствам, схемы отбора, монтаж СУ.

54. Приведите схему и объясните принцип действия частотного ультразвукового расходомера.

55. Объясните устройство и принцип действия турбинных и шариковых расходомеров.

56. Объясните устройство и принцип действия электромагнитных расходомеров.

57. Объясните устройство и принцип действия ультразвуковых расходомеров.

58. Объясните устройство и принцип действия тахометрических расходомеров.

59. Объясните устройство и принцип действия расходомеров на основе метода динамического напора.

60. Объясните устройство и принцип действия вспомогательных блоков каналов измерения.

61. Объясните устройство и принцип действия тепловых расходомеров.

62. Объясните методы компенсации погрешностей при измерении расхода.

63. Приведите общие сведения об измерении уровня жидких и сыпучих материалов.

64. Объясните устройство и принцип действия уровнемеров непосредственного контроля уровня.

65. Объясните устройство и принцип действия поплавковых уровнемеров.

66. Объясните устройство и принцип действия гидростатических уровнемеров при измерении жидкостей в закрытых резервуарах.

67. Объясните устройство и принцип действия пьезометрических уровнемеров.

68. Объясните устройство и принцип действия акустических и ультразвуковых уровнемеров.

69. Объясните устройство и принцип действия радиоизотопных уровнемеров.

70. Объясните устройство и принцип действия емкостных уровнемеров.

71. Объясните устройство и принцип действия омических уровнемеров.

72. Объясните устройство и принцип действия индуктивных уровнемеров.

73. Объясните устройство и принцип действия резонансных уровнемеров.

74. Объясните фазоемкостной метод измерения уровня.

75. Объясните устройство и принцип действия, применение сигнализаторов уровня.

Практические вопросы

1. Канал измерения температуры с термометром сопротивления.
2. Канал измерения температуры с термоэлектрическим преобразователем.
3. Канал измерения избыточного давления жидкости.
4. Канал измерения избыточного давления пара или газа.
5. Канал измерения давления-разряжения.
6. Канал измерения уровня в открытой емкости.
7. Канал измерения уровня в емкости под давлением.
8. Канал измерения расхода постоянного перепада давления.
9. Канал измерения расхода переменного перепада давления.
10. Канал измерения расхода ультразвуковым расходомером
11. Канал измерения уровня воды в барабане парогенераторов
12. Канал измерения уровня ультразвуковым уровнемером.
13. Канал измерения уровня емкостным уровнемером.
14. Канал контроля уровня сигнализаторами уровня.
15. Канал измерения уровня сыпучих материалов.

Варианты контрольной работы № 1 приведены в таблице 3.

Таблица 3

Варианты контрольной работы № 1

Номер варианта	Номер вопроса		Номер варианта	Номер вопроса	
	Теория	Практ. вопрос		Теория	Практ. вопрос
1	1, 16, 31, 46, 61	6	9	9, 24, 39, 54, 69	4
2	2, 17, 32, 47, 62	7	10	10, 25, 40, 55, 70	5
3	3, 18, 33, 48, 63	8	11	11, 26, 41, 56, 71	15
4	4, 19, 34, 49, 64	9	12	12, 27, 42, 57, 72	14
5	5, 20, 35, 50, 65	10	13	13, 28, 43, 58, 73	13
6	6, 21, 36, 51, 66	1	14	14, 29, 44, 59, 74	12
7	7, 22, 37, 52, 67	2	15	15, 30, 45, 60, 75	11
8	8, 23, 38, 53, 68	3			

При выполнении контрольной работы рекомендуется использовать следующую литературу:

1. [1], стр. 4 - 149;
 2. [2], стр. 8 - 299;
 3. [8], стр. 18 - 64;
 4. [12], стр. 3 - 146;
 5. [14], стр. 69 - 177;
 6. [17], стр. 338 - 403;
- ТО и ЭИ.

4.3. Контрольная работа № 2

Тема: «Средства измерения и контроля химического состава сред»

Теоретические вопросы

- 1 Дайте определения: измерение, измерительная информация, объект измерения, средство измерений, измерительный преобразователь, измерительная система, измерительная информационная система, измерительный канал.
- 2 Приведите структуру измерительной системы (канала) и дайте определения всех составляющих.
- 3 Приведите и объясните схемы химического контроля водно-химического режима АЭС с ВВЭР и приведите схему СУПП.
- 4 Приведите общие сведения об анализе состава сред на АЭС.
- 5 Приведите методы, средства измерений влажности газов и объясните принцип действия.
- 6 Объясните назначение, устройство и принцип действия автоматического психрометра для измерения влажности газов.
- 7 Объясните гигрометрический метод измерения влажности газов и приведите средство измерения.
- 8 Объясните назначение, устройство и принцип действия автоматического влагометра на основе метода «точки росы».
- 9 Приведите параметры, методы и средства измерений влажности твердых и сыпучих тел.
- 10 Алгоритм поиска характерных неисправностей средств измерения влажности газов.
- 11 Техническое обслуживание и подготовка к работе средств измерений влажности газов.
- 12 Приведите общие сведения о методах и средствах измерения и контроля химического состава жидких сред.
- 13 Объясните кондуктометрический метод измерения и анализа состава жидкостей.
- 14 Объясните устройство и принцип действия датчика солемера.
- 15 На чем основано определение солесодержания?
- 16 Зависит ли электропроводность раствора от температуры? Почему?
- 17 Что входит в состав СС-1?
- 18 Как осуществляется температурная компенсация в СС-1?
- 19 Как работает СС-1 при изменении солесодержания?
- 20 Что происходит при нажатии кнопки «Контроль» в СС-1? Где установится стрелка прибора?
- 21 Приведите устройство и объясните принцип действия солемера типа СС-1.
- 22 Приведите электрогидравлическую структурную схему одноточечного варианта автоматического кондуктометра АК-310 и объясните принцип действия.

23 Приведите электрогидравлическую структурную схему многоточечного варианта автоматического кондуктометра АК-310 и объясните принцип действия.

24 Приведите устройство и объясните принцип действия кислородомера для определения количества кислорода, растворенного в воде.

25 Приведите устройство и объясните принцип действия средств на основе оптического метода измерений.

26 Приведите устройство и объясните принцип действия фотоколориметрического анализатора измерения кислорода в воде.

27 Приведите устройство и объясните принцип действия рН-метра для определения водородного показателя.

28 Объясните назначение, устройство и принцип действия средств на основе нейтронно-абсорбционного метода.

29 Приведите устройство и объясните принцип действия навесного баромера типа НАРБ.

30 Приведите устройство и объясните принцип действия погружного баромера типа НАРБ.

31 Приведите схему и объясните принцип действия BorAn™ PN 160-1.

32 Объясните передачу информации об измерении и выходные сигналы преобразователя BorAn™ PN 160-1.

33 Алгоритм поиска характерных неисправностей средств измерения состава жидкостей.

34 Техническое обслуживание и подготовка к работе средств измерений состава жидкостей.

35 Приведите общие сведения о средствах измерения и контроля химического состава газов.

36 Объясните устройство и принцип действия магнитного газоанализатора.

37 Приведите схему и объясните принцип оптико-акустического газоанализатора (ГА).

38 Объясните назначение, устройство и принцип действия объемного газоанализатора.

39 Объясните назначение, устройство и принцип действия термокондуктометрических газоанализаторов.

40 Объясните назначение, устройство и принцип действия хроматографического ГА.

41 Объясните устройство и принцип действия электрического газоанализатора.

42 Объясните устройство и принцип действия терромагнитного газоанализатора.

43 Приведите и объясните устройство, принцип действия приборов для контроля окружающей среды.

44 Приведите погрешности способов измерения химического состава газов и их определение.

45 Алгоритм поиска характерных неисправностей средств измерения состава газов.

Практические вопросы

1. Канал измерения влажности гигрометром типа ГП-225.
2. канал измерения влажности автоматическим психрометром.
3. Канал измерения химического состава жидкости кондуктометрическим методом.
4. Канал измерения химического состава жидкости потенциометрическим методом.
5. Канал измерения кислородосодержания жидкости.
6. Канал измерения кислородосодержания в газовой смеси.
7. Канал измерения концентрации бора в жидкости баромером НАРБ.
8. Канал измерения концентрации бора в жидкости баромером Boran PN-160.
9. Канал измерения химического состава газа объемным газоанализатором.
10. Канал измерения химического состава газа термокондуктометрическим газоанализатором.
11. Канал измерения химического состава газа магнитным газоанализатором.
12. Канал измерения химического состава газа оптическим газоанализатором.
13. Канал измерения химического состава газа хроматографическим газоанализатором.
14. Канал измерения химического состава газа электрическим газоанализатором.
15. Техническое обслуживание и подготовка к работе средств измерений состава газов.

Варианты контрольной работы № 2 приведены в таблице 3.

Таблица 3

Варианты контрольной работы № 2

Номер варианта	Номер вопроса		Номер варианта	Номер вопроса	
	Теория	Практ. вопрос		Теория	Практ. вопрос
1	1, 16, 31	8	9	9, 24, 39	9
2	2, 17, 32	7	10	10, 25, 40	10
3	3, 18, 33	6	11	11, 26, 41	11
4	4, 19, 34	5	12	12, 27, 42	12
5	5, 20, 35	4	13	13, 28, 43	13
6	6, 21, 36	3	14	14, 29, 44	14
7	7, 22, 37	2	15	15, 30, 45	15
8	8, 23, 38	1			

При выполнении контрольной работы рекомендуется использовать следующую литературу:

- 1 [7], стр. 76 - 81;
 - 2 [11], стр. 276 - 281;
 - 3 [12], стр. 68- 79; 145 - 146;
 - 4 [14], стр. 177 - 210;
 - 5 [16] стр. 23 - 94;
- ТО и ЭИ.

4.4. Контрольная работа № 3

Тема: «Средства контроля и измерений специальных величин»

Теоретические вопросы

1. Приведите общие сведения об измерении сейсмовеличин.
2. Сейсмостойкость и сейсмобезопасность сооружений и оборудования АЭС.
3. Объясните устройство и принцип устройств контроля сейсмополевых датчиков.
4. Объясните назначение, состав, характеристики, функциональную схему и принцип действия СИАЗ.
5. Объясните назначение, состав, схему и принцип действия измерительного тракта СИАЗ.
6. Объясните назначение, состав, технические характеристики аппаратуры «ЛМЗ-97».
7. Объясните программное обеспечение аппаратуры «ЛМЗ-97».
8. Приведите конструкцию и установку первичной аппаратуры «ЛМЗ-97».
9. Приведите и объясните структурная схема типового измерительного канала с прибором ИВВ-03 (03С), ИВ-208 и индикатором ИИ-208 системы «ЛМЗ-97».
10. Объясните установку приборов ИВВ-03С в аппаратном шкафу системы «ЛМЗ-97».
11. Приведите и объясните общий вид прибора ИВВ-03С с лицевой стороны системы «ЛМЗ-97».
12. Приведите и объясните вид на типовой модуль-монитор прибора ИВВ-03С со стороны передней панели системы «ЛМЗ-97».
13. Объясните измерение и функции прибора ИВВ-03 системы «ЛМЗ-97».
14. Приведите функции модулей-мониторов системы «ЛМЗ-97».
15. Особенности эксплуатации «ЛМЗ-97».
16. Порядок и периодичность проведения технического обслуживания «ЛМЗ-97».
17. Мнемосхема турбины и расстановка датчиков «ЛМЗ-97».
18. Приведите назначение и функции системы «СКМВТ-1000».

19. Объясните состав и приведите технические характеристики оборудования системы «СКМВТ-1000».

20. Объясните какие параметры при измерении и контроле осуществляет «СКМВТ-1000».

21. Приведите и объясните структурную схему системы «СКМВТ-1000».

22. Приведите мнемосхему турбины и расстановку датчиков системы «СКМВТ-1000».

23. Объясните конструкцию и работу устройств системы «СКМВТ-1000».

24. Приведите и объясните структурную схему кассеты УСО.

25. Объясните назначение субблоков входящих в состав шкафа логики СС.

26. Приведите и объясните структурную схему субблока ПВП - 099.

27. Приведите и объясните структурную схему субблока ПВС - 096.

28. Объясните программное обеспечение «СКМВТ-1000».

29. Объясните особенности эксплуатации и технического обслуживания «СКМВТ-1000». Порядок и периодичность проведения технического обслуживания системы.

30. Приведите общие сведения об измерении геометрических параметров оборудования ЯР.

31. Приведите методы измерения отклонения от вертикали и горизонтали.

32. Методика проведения измерений искривлений и диаметра ТК.

33. Методика расчета отклонений оси ТК в плоскости угловых измерений.

34. Объясните устройство и принцип действия приборов контроля искривлений технологических каналов на основе маятника

35. Объясните устройство и принцип действия приборов контроля искривлений технологических каналов на основе уровня жидкости.

36. Приведите общие сведения об измерении ядерно-физических параметров реактора.

37. Объясните режимы работы реактора.

38. Приведите конструкцию измерительного канала реактора типа ВВЭР-1000.

39. Объясните энерговыделение в АЗ и приведите назначение, структурную схему и объясните принцип действия системы СВРК.

40. Объясните распределение диапазонов и средств контроля измерения мощности реактора.

41. Приведите структурную схему и объясните принцип действия импульсного и токового канала системы СУЗ.

42. Объясните схема и причины выбора места установки нейтронных датчиков за пределами АЗ ЯР.

43. Приведите общие сведения об ионизационных камерах (ИК).

44. Объясните назначение, устройство и принцип действия ИК.

45. Приведите вольтамперные характеристики (ВАХ) ИК.

46. ВАХ ИК при различных значениях мощности дозы излучения.
47. Объясните назначение, устройство и принцип действия ионизационных камер типа КНК.
48. Подвеска для ионизационных камер: схема, состав, принцип действия.
49. Приведите особенности применения ИК на АЭС.
50. Приведите основные требования к внутриреакторным детекторам.
51. Объясните назначение, устройство и принцип действия электронно-эмиссионных преобразователей.
52. Объясните Зависимость чувствительности ДПЗ в зависимости от материала эмиттера.
53. Приведите достоинства и недостатки, погрешность ДПЗ.
54. Приведите особенности применения ДПЗ на АЭС.
55. Объясните назначение и основные технические данные, состав КНИ.
56. Объясните особенности устройства и работы КНИ.
57. Объясните конструктивные отличия и применение КНИ на АЭС.
58. Приведите схему расположения детекторов и термопар в КНИ.
59. Объясните корректировку изменения чувствительности детектора КНИ и введение поправки на выгорание КНИ.
60. Объясните определение тока, возникающего в линии связи детектора КНИ.
61. Приведите и объясните процедуры по порядку проверки технического состояния КНИ в процессе работы.
62. Объясните внешнее проявление, метод выявления, вероятные причины и способы устранения возможных неисправностей КНИ.
63. Объясните выполнение дезактивации КНИ.
64. Объясните измерение сопротивления изоляции детекторов КНИ.
65. Определение характерных неисправностей детекторов КНИ. Отключение дефектных детекторов.
66. Объясните устройство и принцип действия газоразрядных счетчиков.
67. Объясните ВАХ газоразрядных счетчиков.
68. Объясните счетную характеристику газоразрядных счетчиков.
69. Объясните назначение, устройство и принцип действия пропорциональных счетчиков.
70. Объясните назначение, устройство и принцип действия коронных счетчиков.
71. Объясните назначение, устройство и принцип действия счетчиков Гейгера-Мюллера.
72. Приведите определение самостоятельного разряда и объясните механизм его гашения.
73. Приведите определение коэффициента газового усиления и его значение для различных преобразователей.
74. Объясните схему системы контроля мощности реактора.

75. Контроль радиационной обстановки в помещениях АЭС. Средства индивидуального дозиметрического контроля.

Практические вопросы

1. Приведите особенности эксплуатации и технического обслуживания аппаратуры «ЛМЗ-97». Объясните порядок и периодичность проведения технического обслуживания аппаратуры.
2. Канал измерения параметров осевого сдвига ротора турбины с помощью «ЛМЗ-97».
3. Канал измерения параметров вибрации опор с помощью «ЛМЗ-97».
4. Канал измерения параметров частоты вращения с помощью «ЛМЗ-97».
5. Канал измерения параметров вибрации вала с помощью «ЛМЗ-97».
6. Канал измерения относительного расширения ротора и теплового расширения корпуса турбины в диапазоне -5...+50 мм «СКМВТ-1000».
7. Канал измерения параметров вибрации и частоты вращения с помощью «СКМВТ-1000».
8. Канал контроля искривлений технологических каналов при отклонении от вертикали.
9. Канал измерения геометрических параметров оборудования при отклонении от горизонта.
10. Канал измерения сейсмовеличин на АЭС.
11. Канал измерения ядерно-физических параметров с ИК.
12. Канал измерения ядерно-физических параметров с КНИ.
13. Канал измерения ядерно-физических параметров пропорциональным счетчиком.
14. Канал измерения ядерно-физических параметров коронным счетчиком.
15. Канал измерения ядерно-физических параметров счетчиком Гейгера-Мюллера.

Варианты контрольной работы № 3 приведены в таблице 4.

Таблица 4

Варианты контрольной работы № 3

Номер варианта	Номер вопроса		Номер варианта	Номер вопроса	
	Теория	Практ. вопрос		Теория	Практ. вопрос
1	1, 16, 31, 46, 61	6	9	9, 24, 39, 54, 69	4
2	2, 17, 32, 47, 62	7	10	10, 25, 40, 55, 70	5
3	3, 18, 33, 48, 63	8	11	11, 26, 41, 56, 71	15
4	4, 19, 34, 49, 64	9	12	12, 27, 42, 57, 72	14
5	5, 20, 35, 50, 65	10	13	13, 28, 43, 58, 73	13
6	6, 21, 36, 51, 66	1	14	14, 29, 44, 59, 74	12
7	7, 22, 37, 52, 67	2	15	15, 30, 45, 60, 75	11
8	8, 23, 38, 53, 68	3			

При выполнении контрольной работы рекомендуется использовать следующую литературу:

1. [2] стр. 3 - 91;
 2. [7] стр. 25 - 72;
 3. [10] стр. 5 - 114;
 4. [18] стр. 23 - 30;
 5. [14] стр. 50 - 68; 211 - 218;
 6. [15] стр. 10 - 16;
 7. [17] стр. 306 - 345;
 8. [20] стр. 3 - 45;
- ТО и ЭИ: «Каналы нейтронные измерительные»;
ТО и ЭИ.

4.5. Контрольная работа № 4

Тема: «Организация эксплуатации и ремонта средств измерений»

Теоретические вопросы

1. Объясните организацию управления энергоблоком.
2. Приведите общие концепции АСУ ТП энергоблока.
3. Объясните структура АСУ ТП энергоблока.
4. Перечислите щиты управления и объясните их назначение в организации управления энергоблоком.
5. Объясните назначение, размещение, персонал, задачи и оборудование центрального щита управления.
6. Объясните назначение, размещение, персонал, задачи и оборудование блочного щита управления.
7. Объясните назначение, размещение, персонал, задачи и оборудование резервного щита управления.
8. Объясните назначение, размещение, персонал, задачи и оборудование местных щитов управления.
9. Объясните назначение, размещение, персонал, задачи и оборудование групповых и вспомогательных щитов управления.
10. Объясните организацию монтажа технических средств АСУ ТП АЭС.
11. Объясните назначение и организацию размещения оборудования в помещениях КИП.
12. Приведите особенности монтажа технических средств в помещениях КИП.
13. Объясните назначение, устройство и размещение оборудования на стендах КИП.
14. Приведите требования по организации ремонта приборов.
15. Объясните планово-предупредительный осмотр и планово-предупредительный ремонт на АЭС.

16. Объясните назначение и разновидности импульсных линий.
17. Объясните требования по монтажу и особенности эксплуатации импульсных линий.
18. Объясните назначение и особенности продувки импульсных линий.
19. Объясните назначение и типы трубных проходов.
20. Объясните требования по монтажу трубных проходов.
21. Объясните особенности эксплуатации трубных проходов.
22. Объясните назначение и типы кабельных линий.
23. Объясните требования по монтажу кабельных линий.
24. Объясните особенности эксплуатации кабельных линий.
25. Объясните назначение и типы кабельных проходов
26. Объясните требования по монтажу кабельных проходов
27. Объясните особенности эксплуатации кабельных проходов
28. Приведите организацию эксплуатации средств измерений на АЭС
29. Приведите основные правила ведения эксплуатационной документации.
30. Приведите общие положения о кодировке монтажных единиц АЭС.
31. Расшифруйте маркировку точек технологического контроля и приведите примеры ее использования.
32. Техника безопасности в цехах и на территории АЭС при проведении ремонтных и профилактических работ.
33. Общие правила работы с "загрязненными" средствами измерений.
34. Особенности эксплуатации средств измерений.
35. Противопожарные мероприятия.
36. Влияние теории измерений на развитие техники измерений и автоматизации.
37. Приведите виды и структуру технической документации средств измерений на АЭС.
38. Определение технических и метрологических характеристик средств измерения температуры.
39. Определение технических и метрологических характеристик средств измерения давления.
40. Определение технических и метрологических характеристик средств измерения расхода.
41. Определение технических и метрологических характеристик средств измерения уровня.
42. Определение технических и метрологических характеристик средств измерения ХГА.
43. Определение технических и метрологических характеристик средств измерения механических величин.
44. Определение технических и метрологических характеристик средств измерения ЯФП.
45. Приведите перспективы развития технологических измерений и приборов контроля ЯЭУ.

Варианты контрольной работы № 4 приведены в таблице 5.

Таблица 5

Варианты контрольной работы № 4

Номер варианта	Номер вопроса	Номер варианта	Номер вопроса
	Теория		Теория
1	1, 16, 31	9	9, 24, 39
2	2, 17, 32	10	10, 25, 40
3	3, 18, 33	11	11, 26, 41
4	4, 19, 34	12	12, 27, 42
5	5, 20, 35	13	13, 28, 43
6	6, 21, 36	14	14, 29, 44
7	7, 22, 37	15	15, 30, 45
8	8, 23, 38		

При выполнении контрольной работы №4 рекомендуется использовать следующую литературу:

- 1 [8] стр. 73 - 94; 108 – 112;
 - 2 [14] стр. 50 - 68; 211 - 218;
 - 3 [15] стр. 10 - 16;
 - 4 [17] стр. 306 - 345;
- ТО и ЭИ.

Глава 5

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной литературы

Перечень основной и дополнительной литературы рекомендуемой для изучения дисциплины «Технологические измерения и приборы»

Основная литература

1. Кузнецова Н. И., Чуклин А. А. Технологические измерения и приборы АЭС. – Ч.1. Температурные измерения на АЭС: Учебное пособие. – Севастополь: СНИЯЭиП, 2 изд, 2008. – 220 с.: ил.(гриф МОНУ).

2. Кузнецова Н. И., Скидан А.А., Чуклин А. А. Технологические измерения и приборы АЭС. – Ч.2. Измерение давления, расхода, уровня на АЭС: Учебное пособие. – Севастополь: СТУЯЭиП, 2 изд., 2010. – 420 с.: ил. (гриф МОНУ).

3. Кузнецова Н.И., Серова Н.В., Сборник лабораторных работ по дисциплине «Метрология, технологические измерения и приборы» Уч. пособ. Севастополь: СТУЯЭиП, 2010. – 116 с.:ил.

4. Кузнецова Н.И., Серова-Нашева Н.В. «Метрология, технологические измерения и приборы». Методические рекомендации по самостоятельной работе над курсом. Учебно-методич.пособие Севастополь: СТУЯЭиП, 2013. -80 с.

5. Кузнецова Н.И., Н.В. Серова-Нашева. Расчет и проектирование информационно-измерительной системы АСУ ТП АЭС: Учеб. пособие для выполнения курсового проекта. Севастополь: СевГУ, 2017. - 125 с.: ил.

6. Кузнецова Н.И Метрология, технологические измерения и приборы. Сборник тестов итогового контроля по дисциплине. Севастополь: СТУЯЭиП, 2009

7. Дмитриев А.Б Малышев Е.К. - Нейтронные ионизационные камеры для реакторной техники. - М.: Атомиздат., -2015.

8. Попов А.Ф. Теплотехнический контроль на атомных электростанциях. – М.: Энергоатомиздат, 2006 - 120с.:ил.

9. Ломакин С.И. Ядерно-физические методы диагностики и контроля АЗ реакторов АЭС. - М.: Энергоатомиздат, 2016.

10. Малышев Е.К., Засады Ю.Б., Стабровский С.А. Газоразрядные детекторы для контроля ядерных реакторов. - М.: Энергоатомиздат, 2011.

11. Мартынова О.И. и другие. Химический контроль на тепловых и атомных электростанциях - М.: Энергия, 2009.

12. Степанов В.И., Яхваров Я.И., Иваньков В.М., Кузнецова Н.И. Измерительно-информационные системы. Часть 1. Севастополь: СНИЯЭиП, 1999-156 с.:ил.

13. Проскуряков К.Н., Ионов Б.А. Нейтронно-физические методы диагностики ЯЭУ. - М.: Издательство МЭИ, 2004.

14. Трофимов А.И. Приборы контроля ядерных энергетических установок. Учеб. пособие по курсу "Приборы контроля ЯЭУ". - Обнинск: ОИАЭ, 1991.

15. Трофимов А.И., Виноградов С.А. Техника измерений искривления и диаметра технологических каналов ядерных реакторов, - Обнинск: ОИАЭ, 1994.

16. Чуклин А.А., Тяпкина В.А., Мирошник Д.В. Средства измерений состава газа. Севастополь: СНУЯЭиП, 2012.

Дополнительная литература

17. Хофманн Д. Техника измерений и обеспечение качества. - М.: Энергоатомиздат, 2013.

18. Брагин В.А. и др. Системы внутриреакторного контроля АЭС с реакторами ВВЭР. - М., Энергоатомиздат, 2007.

19. Усатенко С.Т. и другие. Выполнение электрических схем по ЕСКД. Справочник. - М.: Издательство стандартов, 2009.

20. Мансуров М.С. Сейсмология и сейсмометрия. - М., Знание, 2002.

21. Обзорная информация. Сейсмостойкость и сейсmobезопасность сооружений и оборудования АЭС. - М., Информэнерго, 2008.

22. Шальман М.П., Плутинский В.И. Контроль и управление на атомных электростанциях. – М.: Энергия, 2009.

5.2. Электронные образовательные ресурсы

Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины:

1) e-mailizdat@urait.ru.

2) vuz@urait.ru.

3) <https://www.biblio-online.ru/> - Электронно- библиотечной системе «ЭБС ЮРАЙТ». Фонд электронной библиотеки составляет более 4000 наименований и постоянно пополняется новинками, в большинстве своем это учебники и учебные пособия для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.

4) <http://znaniyum.com/> - Электронно-библиотечная система (ЭБС) ZNANIUM.COM включает Основную коллекцию (базовую), Научный поиск (модуль), Энциклопедию Znaniyum.

5) Учебные пособия АЭС в электронном виде.

6) Презентации: по темам лекционных и практических занятий.

Глава 6

Вопросы итогового контроля

Каждый экзаменационный билет включает в себя теоретические вопросы и практическое задание.

Теоретические вопросы

1. Приведите основные понятия о температуре, тепловых величинах и измерениях.
2. Объясните взаимосвязь между процессами, протекающими в ядерных энергетических установках.
3. Объясните назначение, состав и функции СВРК, приведите схему данной системы.
4. Объясните назначение, состав и функции системы теплотехнического контроля и приведите схему данной системы.
5. Объясните назначение, состав, функции автоматизированных систем управления технологическими процессами.
6. Объясните: назначение, устройство, принцип действия, применение, достоинства и недостатки термометров расширения.
7. Объясните: назначение, устройство, принцип действия, уравнение, маркировку и градуировку, а так же применение, достоинства и недостатки термометров сопротивления.
8. Объясните: назначение, устройство, принцип действия, уравнение, маркировку и градуировку, а так же применение, достоинства и недостатки термоэлектрических термометров.
9. Приведите схемы подключения первичных преобразователей к измерительным приборам и объясните их преимущества и недостатки.
10. Объясните измерение температуры с помощью мостовой схемы
11. Объясните устройство и принцип действия автоматических уравновешенных мостов.
12. Объясните устройство и принцип действия многоточечных приборов для измерения температуры.
13. Объясните устройство и принцип действия магнитоэлектрических логометров.
14. Объясните методы измерения ЭДС термопары.
15. Объясните устройство и принцип действия автоматических потенциометров.
16. Приведите методы установки ТП и приведите ТП для измерения температуры твердых тел.
17. Объясните методы компенсации погрешностей.
18. Приведите общие сведения об измерении температуры тел по их тепловому излучению.
19. Объясните назначение, устройство и принцип действия оптического пирометра.

20. Объясните назначение, устройство и принцип действия радиационного пирометра.

21. Объясните назначение, устройство и принцип действия фотоэлектрического пирометра.

22. Приведите типовые структуры ИИК АСУ ТП АЭС.

23. Приведите общие сведения о промежуточных измерительных преобразователях информационно-измерительных каналов. Объясните устройство и принцип действия преобразователей типа Ш – 78, Ш – 79.

24. Приведите назначение, состав и классификацию средств измерения давления и разряжения.

25. Объясните назначение, принцип действия, устройство и особенности измерения жидкостными манометрами.

26. Объясните назначение, принцип действия и устройство деформационных манометров, приведите примеры данных манометров.

27. Приведите схему и объясните принцип действия электроконтактного манометра типа ЭКМ.

28. Объясните устройство, принцип действия индукционного преобразователя.

29. Объясните назначение, устройство и принцип действия, приборов с дифференциально-трансформаторными преобразователями.

30. Какие причины вызывают погрешности дифференциально-трансформаторного метода измерения?

31. Приведите принципиальную электрическую схему прибора с преобразователем на основе компенсации магнитных потоков и объясните принцип ее действия.

32. Объясните физическую природу пьезоэффекта и объясните устройство и принцип действия пьезоэлектрического преобразователя.

33. Объясните устройство и принцип действия тензометрического манометра.

34. Перечислите типы, назначение, основные технические характеристики и область применения преобразователей «Сапфир».

35. Объясните устройство и принцип действия измерительного блока преобразователя Сапфир-22М-ДИ.

36. Объясните устройство и принцип действия измерительного блока преобразователя Сапфир-22М-ДА.

37. Объясните устройство и принцип действия измерительного блока преобразователя Сапфир-22М-ДД.

38. Объясните устройство и принцип действия измерительного блока преобразователя Сапфир-22М-ДВ.

39. Объясните устройство и принцип действия измерительного блока преобразователя Сапфир-22М-ДГ.

40. Объясните конструкцию и принцип действия электронного блока преобразователя «Сапфир».

41. Приведите общие сведения и объясните назначение, состав и классификацию средств измерения расхода.

42. Объясните устройство и принцип действия ротаметров с дифференциально-трансформаторным передающим преобразователем.

43. Приведите примеры расходомеров переменного перепада давления, объясните их назначение и принцип действия.

44. Из каких составных частей состоит комплект расходомера переменного перепада давления?

45. Приведите схему и объясните принцип действия тахометрических счетчиков количества жидкости.

46. Объясните назначение, устройство и принцип действия турбинного расходомера. Приведите структурную схему данного расходомера.

47. Объясните назначение, устройство и принцип действия шарикового расходомера.

48. Какие приборы называются анемометрами? Для измерения расхода каких сред они применяются?

49. Приведите схему, объясните устройство и принцип действия электромагнитного расходомера с постоянным магнитным полем.

50. Приведите схему, объясните устройство и принцип действия электромагнитного расходомера с переменным магнитным полем.

51. Объясните методы измерения расхода или скорости перемещения жидкости ультразвуковыми расходомерами.

52. Приведите схему и объясните принцип действия частотного ультразвукового расходомера.

53. Приведите общие сведения об измерении уровня жидких сред.

54. Объясните принцип действия уровнемеров с визуальным отсчетом.

55. Приведите примеры и охарактеризуйте устройство, принцип действия поплавковых уровнемеров (постоянного и переменного погружения).

56. Объясните метод измерения уровня жидкостей в открытых и закрытых резервуарах гидростатическими уровнемерами.

57. Объясните устройство, назначение и принцип действия ёмкостных уровнемеров. Приведите их основные достоинства и недостатки.

58. Приведите схему индуктивного преобразователя уровня, объясните принцип действия.

59. Объясните принцип действия и схемы включения омических уровнемеров.

60. Объясните принцип действия и конструкцию чувствительного элемента резонансного уровнемера. Приведите измерительную схему резонансного уровнемера, объясните принцип действия.

61. Приведите методы измерения уровня ультразвуковыми уровнемерами.

62. Перечислите причины возникновения и способы компенсации погрешностей при измерении уровня ультразвуковыми уровнемерами.

63. Объясните метод измерения уровня радиоизотопными уровнемерами.

64. Объясните метод измерения уровня пьезометрическими уровнемерами.

65. Приведите и охарактеризуйте основные методы и средства измерения уровня сыпучих материалов.

66. Приведите методы, средства измерений влажности газов и объясните принцип их действия.

67. Приведите параметры, методы и средства измерений влажности твердых и сыпучих тел.

68. Объясните кондуктометрический метод измерения и анализа состава жидкостей.

69. Приведите электрогидравлическую структурную схему одноточечного варианта автоматического кондуктометра АК-310 и объясните принцип действия.

70. Объясните устройство, назначение и принцип действия солемера СС-1.

71. Объясните устройство, назначение и принцип действия кислородомера для определения количества кислорода, растворённого в воде.

72. Объясните устройство, назначение и принцип действия рН - метра для определения водородного показателя.

73. Приведите схему и объясните принцип действия BorAn™ PN 160-1.

74. Объясните передачу информации об измерении и выходные сигналы преобразователя BorAn™ PN 160-1.

75. Объясните устройство, назначение и принцип действия термокондуктометрических газоанализаторов.

76. Объясните устройство, назначение и принцип действия магнитных газоанализаторов.

77. Приведите схему и объясните принцип опико-акустического газоанализатора.

78. Приведите общие сведения об измерении сейсмовеличин.

79. Охарактеризуйте назначение, устройство и принцип действия сейсмополевых датчиков.

80. Объясните устройство, принцип действия системы СИАЗ.

81. Объясните устройство, принцип действия измерительного тракта системы СИАЗ.

82. Объясните принцип построения приборов контроля искривления технологических каналов на основе маятника.

83. Объясните принцип построения приборов контроля негоризонтальности главного разъема реактора на основе уровня жидкости.

84. Объясните назначение, состав, характеристики аппаратуры «ЛМЗ-97».

85. Объясните устройство, принцип действия аппаратуры «ЛМЗ-97»

86. Приведите и объясните структурная схема типового измерительного канала с прибором ИВВ-03 (03С), ИВ-208 и индикатором ВИ-208.

87. Объясните измерение и функции прибора ИВВ-03.

88. Приведите общие сведения об измерении ядерно-физических параметров реактора.

89. Объясните режимы работы реактора и распределение диапазонов и средств контроля измерения мощности реактора.

90. Приведите и объясните структурную схему импульсного и токового канала системы СУЗ.

91. Объясните схема и причины выбора места установки нейтронных датчиков за пределами АЗ ЯР.

92. Приведите общие сведения об ионизационных камерах.

93. Объясните устройство и принцип действия ионизационных камер.

94. Объясните вольт-амперные характеристики ионизационных камер.

95. Объясните особенности устройства и принцип действия ионизационных камер типа КНК.

96. Объясните особенности контроля энерговыделения в АЗ приведите основные требования к внутриреакторным детекторам.

97. Объясните назначение, устройство и принцип действия электронно-эмиссионных преобразователей.

98. Приведите особенности применения различных материалов в качестве эмиттеров ДПЗ.

99. Приведите достоинства и недостатки, погрешность ДПЗ.

100. Объясните назначение, состав, конструктивные отличия, основные технические данные КНИ и применение КНИ на АЭС.

101. Объясните особенности устройства и работы КНИ.

102. Приведите схему расположения детекторов и термопар в КНИ.

103. Объясните устройство и принцип действия газоразрядных счетчиков.

104. Объясните вольт-амперные и счетную характеристики газоразрядных счетчиков.

105. Перечислите щиты управления и объясните их назначение в организации управления энергоблоком.

Практические задания

1. Приведите примеры типовых структур информационно-измерительных каналов и систем.

2. Приведите тепловые схемы ЯЭУ 1-, 2-, 3-х контурные и укажите оборудование каждого контура.

3. Объясните методы расширения рабочего диапазона средств измерений.

4. Объясните методы повышения точности средств измерений.

5. Объясните автоматическую компенсацию температуры холодных спаев ТП.

6. Приведите электрическую схему соединений преобразователей «Сапфир» с двухпроводной и с четырехпроводной линией связи.

7. Приведите требования к сужающим устройствам, схемы отбора и объясните правила монтажа СУ.

8. Какие требования предъявляются к монтажу сужающих устройств?
9. Перечислите типы сужающих устройств, требования и приведите их схемы.
10. В чем отличие точечного и камерного способов отбора давлений при измерении расхода жидкости, газа и пара?
11. Приведите схему установки в трубопроводе диафрагмы и объясните характер потока и распределение статического давления.
12. Приведите общие положения о кодировке монтажных единиц АЭС.
13. Расшифруйте маркировку точек технологического контроля и приведите примеры ее использования.
14. Расшифруйте маркировку блокировок (защит) и приведите примеры ее использования.
15. Объясните особенности прокладки и эксплуатации импульсных линий.
16. Объясните особенности прокладки и эксплуатации кабельных линий.
17. Назначение, устройство кабельных и трубных проходок.
18. Объясните особенности продувки импульсных линий при их эксплуатации.
19. Объясните установку приборов ИВВ-03С в аппаратном шкафу.
20. Приведите и объясните общий вид прибора ИВВ-03С с лицевой стороны.
21. Приведите и объясните вид на типовой модуль-монитор прибора ИВВ-03С со стороны передней панели.
22. Объясните измерение тока детекторов КНИ.
23. Объясните введение поправки на ток линии связи КНИ.
24. Объясните корректировку изменения чувствительности детектора КНИ.
25. Определение тока, возникающего в линии связи детектора.
26. Объясните дезактивацию КНИ.
27. Объясните техническое обслуживание системы ЛМЗ-97.
28. Объясните техническое обслуживание системы СКМВТ-1000.
29. Объясните ППО и ППР средств измерений на АЭС
30. Приведите требования безопасности при работе со средствами измерений.

Список сокращений

АЗ - активная зона
АЗ - аварийная защита;
АЭС - атомная электростанция;
БОУ - блочная обессоливающая установка;
БП - блок питания;
БС - блок сигнализации;
БЩУ - блочный щит управления;
ВВЭР - водо-водяной энергетический реактор;
ВП - вторичный прибор;
ВРК - внутриреакторный контроль;
ГСП - государственная система приборостроения и средств автоматизации;
ДПЗ - детектор прямого заряда;
ДТП - дифференциально-трансформаторный преобразователь
ИИК - информационно-измерительный канал;
ИП - источник питания;
ИПС - источник питания стабилизированный;
ИСП - источник стабилизированного питания;
ИЭСС - исполнительный элемент следящей системы;
КИП - контрольно-измерительные приборы;
ЛПМ - лентопротяжный механизм;
МДМ - модулятор – демодулятор – модулятор;
ПИП - первичный измерительный преобразователь;
ПП - первичный преобразователь;
ППО - планово-предупредительный осмотр;
ППР - планово-предупредительный ремонт;
РД - реверсивный двигатель;
РЩУ - резервный щит управления;
САКТ - система автоматического контроля температуры;
СД - синхронный двигатель;
СИ - средства измерений;
ТК- технологический канал;
ТП - термоэлектрический преобразователь;
ТС - термопреобразователь сопротивления;
ТСМ - термометр сопротивления медный;
ТСП - термометр сопротивления платиновый;
УВС - управляющая вычислительная система;
ЭВМ - электронная вычислительная машина;
ЭДС - электродвижущая сила;
ЭУ - электронный усилитель;
ЯЭУ - ядерная энергетическая установка.

Литература

1. Алексеев К.А и др. Монтаж приборов и средств автоматизации: Справочник/Алексеев К.А., Антипин В. С., Борисова Г. С. и др.; Под ред. А.С. Ключева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергия, 2009. – 728 с.: ил.
2. В.А.Брагин В.А., И.В. Батенин, М.Н. Голованов и др. Системы внутриреакторного контроля АЭС с реакторами ВВЭР. - М., Энергоатомиздат, 2007– 128.с: ил.
3. Бурдун Г.Д. Справочник по международной системе единиц. – М.: Изд-во стандартов, 2008.
4. Ганчев Б.Г. и другие. Ядерные энергетические установки, - М.: Энергия, 2000.
5. Глазков Б.В. Монтаж и наладка средств контроля температуры. –М.: Энергия, 2008.
6. Гонек Н.Ф. Манометры, - Л.: Машиностроение, 2009.
7. Дмитриев А.Б Малышев Е.К. - Нейтронные ионизационные камеры для реакторной техники. - М.: Атомиздат., -2015.
8. Зайцев С.А., Грибанов Д.Д., Толстов А.Н., Меркулов Р.В. Контрольно-измерительные приборы и инструменты. – М.: Издательский центр «Академия», 2002.
9. Кузнецова Н.И., Серова Н.В., Сборник лабораторных работ по дисциплине «Метрология, технологические измерения и приборы» Учебное пособие. -Севастополь: СНУЯЭиП, 2010. – 116 с.:ил.
10. Кузнецова Н.И., Серова Н.В.,Расчет и проектирование информационно-измерительной системы АСУ ТП АЭС. Учебное пособие. - Севастополь: СевГУ, 2017. – 120 с.:ил.
11. Кузнецова Н. И., Чуклин А. А. Технологические измерения и приборы АЭС. – Ч.1. Температурные измерения на АЭС: Учебное пособие. – Севастополь: СНИЯЭиП, 2 изд, 2008. – 220 с.: ил.(гриф МОНУ
12. Кузнецова Н. И., Скидан А.А., Чуклин А. А. Технологические измерения и приборы АЭС. – Ч.2. Измерение давления, расхода, уровня на АЭС: Учебное пособие. - Севастополь: СНУЯЭиП, 2 изд., 2010. – 420 с.:ил. (гриф МОНУ
13. Ломакин С.И. Ядерно-физические методы диагностики и контроля АЗ реакторов АЭС. - М.: Энергоатомиздат, 2016.
14. Лысиков Б. В., Прозоров В. К. Термометрия и расходометрия ядерных реакторов. - М.: Энергоатомиздат, 2005.
15. Малышев Е.К., Засады Ю.Б., Стабровский С.А. Газоразрядные детекторы для контроля ядерных реакторов. - М.: Энергоатомиздат, 2011.
16. Мансуров М.С. Сейсмология и сейсмометрия. - М., Знание, 2002.
17. Мартынова О.И. и другие. Химический контроль на тепловых и атомных электростанциях - М.: Энергия, 2009.
18. Мурин Г.А. Теплотехнические измерения. - М.: Энергия, 2009.
19. Обзорная информация. Сейсмостойкость и сейсmobезопасность сооружений и оборудования АЭС. - М., Информэнерго, 2008 – 56 с., ил.

20. Овчаренко В.М., Брацлавский И.А. Основы автоматизации производства и контрольно-измерительные приборы. – М.: Недра, 2004.
21. Попов А.Ф. Теплотехнический контроль на атомных электростанциях. – М.: Энергоатомиздат, 2006.
22. Плютинский В.И., Погорелов Б.И, Автоматическое управление и защита теплоэнергетических установок АЭС. - М., Энергоатомиздат, 2003.
13. Преображенский В. П. Теплотехнические измерения и приборы. - М.: Энергия, 1978.
23. Проскуряков К.Н., Ионов Б.А. Нейтронно-физические методы диагностики ЯЭУ. - М.: Издательство МЭИ, 2004.
24. Сидоров В.И., Мищенко Г.П. Температурные измерения на АЭС. - М.: Энергоатомизд, 1987.
25. Степанов В.И., Яхваров Я.И., Иваньков В.М., Кузнецова Н.И. Измерительно-информационные системы. Часть 1. Севастополь: СНИЯЭиП, 2009-156 с.:ил
26. Трофимов А.И. Приборы контроля ядерных энергетических установок. Учебное пособие по курсу «Приборы контроля ЯЭУ». - Обнинск: ОИАЭ, 2001.
27. Трофимов А.И., Виноградов С.А. Техника измерений искривления и диаметра технологических каналов ядерных реакторов, - Обнинск: ОИАЭ, 2004.
31. Усатенко С.Т. и другие. Выполнение электрических схем по ЕСКД. Справочник. - М.: Издательство стандартов, 2009.
28. Хофманн Д. Техника измерений и обеспечение качества. - М.: Энергоатомиздат, 2013.
29. Чистяков С.Ф., Радун Д.В. Теплотехнические измерения и приборы. – М.: Высшая школа, 2002.
30. Чуклин А.А., Кузнецова Н.И. Теплотехнические измерения и приборы. Сборник тестов итогового контроля по дисциплине: учеб. пособие для очной и заочной форм обучения. – Севастополь: СНУЯЭиП, 2009.-56 с., ил.
31. Кузнецова Н. И., Чуклин А. А. Методические рекомендации по курсу "Технологические измерения и приборы": Учеб. Пособие для заоч. формы обучения. – Севастополь: СНИЯЭиП, 2000.
32. Чуклин А.А., Тяпкина В.А., Мирошник Д.В. Средства измерений состава газа. Севастополь: СНУЯЭиП, 2012.
33. Шальман М.П., Плютинский В.И. Контроль и управление на атомных электростанциях. – М.: Энергия, 2009.
34. Технические описания и инструкции по эксплуатации средств измерения технологических параметров.