

**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

**ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ
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 «Проектирование и эксплуатация атомных станций»

Севастополь
СевГУ
2018

УДК 621.039.564(075.8)
К891

Р е ц е н з е н т ы:
А.А. Скидан - к.т.н., доцент
К.Б. Матузаев - к.т.н., доцент

Н.И. Кузнецова, Н.В. Серова-Нашева

К891 Теплотехнические 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. - 56 с.

Настоящее пособие разработано для оказания методической помощи студентам при изучении дисциплины «Теплотехнические 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, 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 «Проектирование и эксплуатация 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 «Проектирование и эксплуатация атомных станций» (протокол № 4 от 30 марта 2018 г).

Изд. №. 19/18. Объем 3,5 п. л. Усл. печ. л. 3,25. Уч.-изд. л. 3,43.
РИИЦМ ФГБОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

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

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава 1	Рекомендации студентам по самостоятельной работе над курсом «Теплотехнические измерения и приборы»	4
1.1.	Общие положения	4
1.2.	Образовательные технологии	6
1.3.	Контроль знаний и его характеристика	8
Глава 2	Структура и содержание дисциплины	12
2.1.	Структура и объем дисциплины	12
2.2.	Содержание учебной дисциплины	13
Глава 3	Организационно-методические указания по изучению дисциплины для студентов заочной формы обучения	27
3.1.	Общие указания	27
3.2.	Практические занятия и лабораторные работы для студентов ЗФО	27
3.3.	Методические рекомендации для выполнения лабораторных работ	28
3.3.1.	Методические рекомендации по выполнению Лр1 на тему «Настройка и регулировка средств измерений и контроля температуры».	28
3.3.2.	Методические рекомендации по выполнению Лр2 на тему «Настройка и регулировка средств измерений и контроля давления, расхода, уровня».	32
Глава 4	Варианты контрольных работ	37
4.1.	Методические рекомендации для выполнения контрольной работы	37
4.2.	Контрольная работа № 1	38
4.3.	Контрольная работа № 2	41
4.4.	Контрольная работа № 3	44
Глава 5	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	47
5.1.	Перечень основной и дополнительной литературы	47
5.2.	Электронные образовательные ресурсы	48
Глава 6	Вопросы итогового контроля	49
Список сокращений		54
Литература		55

Глава 1

Рекомендации студентам по самостоятельной работе над курсом «Теплотехнические 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 теплотехнических измерений и приборы контроля ЯЭУ.

Дисциплина «Теплотехнические измерения и приборы» относится к базовой части дисциплин основной образовательной программы подготовки (ООП ВПО) специалистов по специализации 1 «Проектирование и эксплуатация атомных станций» специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг». Её изучение совместно с другими общенаучными и общетехническими 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, ядерная физика, теория переноса нейтронов, физика ядерных реакторов, кинетика ядерных реакторов, статистическая физика, теоретическая механика, химия и хим. практикум, информатика, механика жидкостей, техническая термодинамика, дозиметрия и защита от ионизирующего излучения, сопротивление материалов, тепломассообмен, электротехника и электроника, метрология, стандартизация и сертификация, энергетические ЯР.

Изучение дисциплины осуществляется во взаимодействии с дисциплинами и имеют связь планируемых результатов обучения: парогенераторы и ТО АЭС, турбомашин АЭС, электрооборудование АЭС, системы реакторного (РЦ) и турбинного цехов (ТЦ) АЭС, ядерные энергетические установки.

Дисциплины, для изучения которых потребуются знания, полученные в результате изучения дисциплины: теория управления, теплогидравлический расчет ядерных реакторов, водный режим контуров, автоматизированные системы управления (АСУТП) АЭС, эксплуатация АЭС, принципы обеспечения безопасности АЭС, ремонт АЭС, нестационарные процессы управления ЯЭУ, эксплуатация ПТУ.

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 теплотехнических измерений и восстановления технической готовности приборов контроля АС.
- Усвоение методов измерения теплотехнических параметров, принципов построения приборов и систем автоматического контроля АЭС.
- Сформировать у студентов навыки самостоятельного анализа физических процессов в приборах контроля АС.
- Указать методическое направление и обучить методам самостоятельного совершенствования своих знаний и навыков в области теплотехнических измерений и приборов.
- Привить слушателям практические навыки в эксплуатации приборов теплотехнического контроля 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 «Теплотехнические измерения и приборы» обучающийся должен:

знать:

- правила эксплуатации современного оборудования и приборов;
- измерение теплотехнических параметров на АЭС.

уметь:

- профессионально эксплуатировать современное оборудование и приборы;
- прогнозировать при эксплуатации состояние современного оборудования и приборов.

владеть:

- навыками эксплуатации современного оборудования и приборов;
- навыками дать собственную критическую оценку состояния работы и эксплуатации современного оборудования и приборов.

1.2. Образовательные технологии

При изучении дисциплины проводятся следующие виды занятий в аудиторные часы:

- лекции;
- практические занятия;
- лабораторные работы;
- контрольные работы.

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 работ.

При изучении теоретического материала по курсу «Теплотехнические 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 «Теплотехнические 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. Перенести в рабочую тетрадь функциональные схемы КМ-140, АМ-140, и определить их отличия. ТО и ЭИ, [1] стр. 91-95, [11] стр. 51-54.

3. Перенести в рабочую тетрадь функциональные схемы КД-140 и АД-140 и определить их отличия. ТО и ЭИ, [11] стр. 107-114.

4. Изучить расходомеры на основе метода скоростного напора. [2] стр. 166-189.

5. Изучить частотные и фазовые ультразвуковые расходомеры для измерения расхода химически агрессивных жидкостей. [2] стр. 212- 215.

6. Изучить фазометрический метод измерения уровня. [2] стр. 259-269; [11] стр. 116-134.

7. Изучить схемы химического контроля водно-химического режима АЭС с ВВЭР. [9] стр. 276-281.

8. Изучить устройство и принцип действия солемера типа СС – 1. [11] стр. 73 – 79.

9. Изучить методику проведения измерений искривлений и диаметра технологических каналов (ТК). [13] стр. 95 – 98.

10. Изучить «Ядерно-физический контроль на АЭС». [14] стр. 66-74.

11. Изучить контроль мощности реактора и внутриреакторный контроль [14] стр. 66 – 74.

12. Изучить зависимость чувствительности ДПЗ в зависимости от материала эмиттера. [7] стр. 57-60.

13. Изучить средства индивидуального дозиметрического контроля. [10] стр. 98 – 100.

14. Изучить внутриреакторные датчики системы ВРК с ВВЭР. [19] стр. 19 – 26; [20.] стр. 10 – 16.

15. Изучить компоновку оборудования на щитах управления АЭС. [17] стр. 47-50, стр. 112 – 113; [21] 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, а после усвоения учебного материала сдают дифференцированный зачет.

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 семестровых зачетов.

Оценка усвоения знаний и умений в предлагаемом учебно-методическом курсе осуществляется в процессе повторения и обобщения, выполнения теку-

щих 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 уровня знаний и качеств обучаемых, определение путей дальнейшего совершенствования преподавания дисциплины в форме устных опросов.

1. Проверка результатов обработки лекционного материала производится путем письменного контрольного опроса: индивидуального или фронтального.

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 «Теплотехнические измерения и приборы».

Итоговая оценка за семестр осуществляется на основе дифференцированного зачета в конце 7 семестра.

В приложении к диплому вносится оценка за 7 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.

Окончание таблицы 1

1	2	3	4
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.
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 и 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. Итоговый контроль проводится для определения степени усвоения студентами пройденного материала и проводится в виде дифференцированного зачета в конце 7 семестра.

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 4 зачетных единицы, 144 часа.

Таблица 2

Распределение объема дисциплины по видам работ (трудоемкость в часах)

Курс	Семестр	Общий объем, ЗЕ (ч)	Контактная работа, ч			Самостоятельная работа, ч	Реферат, РГЗ, контр. работа, коллоквиум (шт)	Курсовой проект (работа)	Диф. зачет (семестр)	Экзамен (семестр)
			Лекции	Практические занятия	Лаборатор- ные занятия					
Очная форма обучения										
4	7	4 (144)	18	18	18	90	-	-	7	-
Заочная форма обучения										
4	7	4 (144)	8	6	4	126	3	-	7	-

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

- очной формы обучения – 90/144 (62,5 %)
- заочной формы обучения – 126/144 (87,5 %)

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

Введение

1 Тема 1. Измерение температуры

2 Тема 2. Измерение давления, расхода, уровня

3 Тема 3. Измерение химического состава сред

4 Тема 4. Специальные измерения

5 Тема 5. Измерение ядерно-физических параметров

6 Тема 6. Эксплуатация средств измерений

Заключение

2.2. Содержание учебной дисциплины

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.

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.

По данной теме дополнительно изучить:

1. Проработать тепловые схемы ЯЭУ 1-, 2-, 3-х контурные.

По данной теме рекомендуется использовать литературу:

1. [1]стр. 128 – 129;
2. [2]стр. 12 – 29;
3. [11]стр. 3 – 18;
4. [12]стр. 8 – 35;
5. [20]стр. 4 – 15;
6. [21]стр. 3 – 9;

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 количество точек контроля не блоке с ЯР ВВЭР-1000.

Тема 1. Измерение температуры. Основные понятия о температуре, тепловых величинах и измерениях. Особенности измерений тепловых параметров на АЭС. Термодинамические процессы на АЭС Способы и средства измерения температуры. Первичные преобразователи: термометры расширения, термоэлектрические термометры и термометры сопротивлений. Вторичные преобразователи: милливольтметры, автоматические потенциометры, мосты, магнитоэлектрические логометры. Дистанционные системы и схемы передачи показаний (реостатные). Пирометры излучений: оптические, радиационные, спектрального измерения.

Методические указания по изучению темы

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

1. Основные понятия о температуре, тепловых величинах и измерениях.
2. Термодинамические процессы на АЭС.
3. Первичные преобразователи: термометры расширения, термоэлектрические термометры и термометры сопротивлений.
4. Вторичные преобразователи измерения температуры с ТС.
5. Многоточечные приборы для измерения температуры.
6. Вторичные преобразователи измерения температуры с ТП.
7. Общие сведения об измерении температуры.
8. тел по их тепловому излучению.
9. Оптические пирометры.
10. Радиационные пирометры.
11. Фотоэлектрические пирометры.

По данной теме дополнительно изучить:

1. Особенности измерений тепловых параметров на АЭС.
2. Дистанционные системы и схемы передачи показаний (реостатные).
3. Комплекс «АПИР-С».
4. Функциональные схемы КМ-140, АМ-140, и определить их отличия.
5. Методы расширения рабочего диапазона средств измерений.

По данной теме рекомендуется использовать литературу

- 1 [1]стр. 40 – 110;126 – 129;
 - 2 [3] стр. 22 - 54;
 - 3 [11], стр. 37 – 94;
 - 4 [12], стр. 73 -88;
 - 5 [15], стр. 382 – 398;
 - 6 [20], стр. 37 – 91;
 - 7 [21], стр. 86 – 229;
- ТО и ЭИ.

Вопросы для самоконтроля

- 1 Объясните термодинамические процессы на АЭС.
- 2 Приведите основные понятия о температуре, тепловых величинах и измерениях.
- 3 Приведите первичные преобразователи измерения температуры.
- 4 Объясните назначение, устройство и принцип действия термометров сопротивления.
- 5 Приведите маркировку и градуировки термометров сопротивления и объясните их отличия?
- 6 Объясните измерение температуры при помощи резисторного моста.
- 7 Как производится измерение температуры с помощью неуравновешенного измерительного моста?
- 8 Приведите примеры основных схем подключения первичных преобразователей к мостовой схеме измерения вторичных преобразователей.
- 9 Как производится измерение температуры с помощью автоматического уравновешенного моста?
- 10 Объясните устройство и принцип действия многоточечных приборов для измерения температуры типа АКТ.
- 11 Объясните устройство и принцип действия многоточечных приборов для измерения температуры типа САКТ.
- 12 Объясните устройство и принцип действия термоэлектрических термометров.
- 13 Что называется градуировкой термопары? Какие градуировки Вы знаете, чем они отличаются?
- 14 Приведите маркировку термоэлектрических термометров.
- 15 Какие термопары применяются на АЭС?
- 16 Объясните методы измерения термо-ЭДС термопары.
- 17 Приведите основные требования схемы подключения термоэлектрических преобразователей к измерительной схеме вторичных преобразователей.
- 18 Объясните устройство и принцип действия автоматического потенциометра.
- 19 Перечислите средства измерения температуры на АЭС.

Тема 2. Измерение давления, расхода, уровня

Общие сведения об измерении давления и разряжения. Способы и средства измерения, и их основные элементы. Первичные преобразователи: манометры, дифманометры, вакууметры. Вторичные преобразователи: приборы с дифференциально-трансформаторной схемой измерения, приборы с полупроводниковыми тензопреобразователями. Дистанционные системы и схемы передачи показаний (дифференциально-трансформаторные).

Измерения расходов жидкостей, газов и пара. Уравнения расходов, коэффициент расхода. Расходомеры постоянного перепада давления. Расходомеры переменного перепада давления. Особые случаи измерения расходов.

Общие сведения об измерении уровней жидкостей и сыпучих материалов. Уровнемеры с дистанционной передачей показаний: гидростатические, поплавковые, ультразвуковые, пьезометрические, радиоизотопные, емкостные, омические, индуктивные, резонансные.

Методические указания по изучению темы

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

1. Общие сведения об измерении давления и разряжения.
2. Первичные преобразователи: манометры, дифманометры.
3. Приборы с дифференциально-трансформаторной схемой измерения,
4. Приборы с полупроводниковыми тензопреобразователями.
5. Общие сведения об измерении расхода.
6. Уравнения расходов, коэффициент расхода.
7. Особенности измерения расходов жидкостей, газов и пара.
8. Расходомеры постоянного перепада давления.
9. Расходомеры переменного перепада давления.
10. Особые случаи измерения расходов.
11. Общие сведения об измерении уровней жидкостей и сыпучих материалов.
12. Уровнемеры с дистанционной передачей показаний: гидростатические, поплавковые, ультразвуковые, пьезометрические, радиоизотопные, емкостные, омические, индуктивные, резонансные.

По данной теме дополнительно изучить:

1. Дистанционные системы и схемы передачи показаний (дифференциально-трансформаторные).
2. Функциональные схемы КД-140 и АД-140 и определить их отличия.
3. Расходомеры на основе метода скоростного напора.
4. Частотные и фазовые ультразвуковые расходомеры для измерения расхода химически агрессивных жидкостей.
5. Фазоёмкостной метод измерения уровня.

По данной теме рекомендуется использовать литературу:

1. [2], стр. 31 - 49, 114 - 166, 212 – 215;
 2. [3] стр. 5 – 110;
 3. [11], стр. 46 - 58; 97 - 99; 116-134;
 4. [12], стр. 26 - 98;
 5. [21], стр. 433 - 496; 503 – 508;
- ТО и ЭИ.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение термину давление и манометр.
2. Как принято классифицировать манометры?
3. Приведите схему и объясните принцип действия жидкостных манометров.
4. Обоснуйте назначение, принцип действия и устройство деформационных манометров, приведите примеры данных манометров.
5. На чем основано действие датчика давления? Что представляет собой датчик давления?
6. Что представляет собой индукционный преобразователь?
7. Как зависит напряжение индукционного преобразователя от положения плунжера?
8. Условие полной компенсации в дифференциально-трансформаторных схемах. Как достигается полная компенсация?
9. Как и чем согласовываются индукционные преобразователи датчика и вторичного прибора?
10. Объясните назначение, принцип действия, устройство приборов с дифференциально-трансформаторными преобразователями.
11. Объясните устройство и принцип действия АД 140.
12. Объясните принцип действия КД 140.
13. В чем отличие прибора КД 140 от АД 140?
14. Объясните устройство и принцип действия тензорезистивных преобразователей.
15. Объясните назначение, устройство и принцип действия преобразователя типа «Сапфир22М-ДИВ».
16. Объясните назначение, устройство и принцип действия преобразователя типа «Сапфир22М-ДД».
17. Объясните назначение, устройство и принцип действия преобразователя типа «Сапфир22М-ДА».
18. Объясните назначение, устройство и принцип действия преобразователя типа «Сапфир22М-ДГ».
19. Объясните назначение, устройство и принцип действия преобразователя типа «Сапфир22М-ДИ».
20. Перечислите средства измерения расхода на АЭС.
21. Объясните измерение расхода расходомером постоянного перепада давления.
22. Объясните измерение расхода расходомером переменного перепада давления.
23. Перечислите средства измерения давления и разряжения на АЭС.
24. Как образуется бегущая волна напряжения в длинной линии?
25. Как образуется отраженная волна напряжения в длинной линии?
26. Как образуется стоячая волна в длинной линии?
27. Что такое амплитуда стоячей волны?

28. Что такое узел стоячей волны? Чем характеризуется?
29. Что такое искусственный эквивалент длинной волны?
30. Что представляет собой емкостный датчик уровня?
31. Как измеряется уровень фазоёмкостным методом?
32. Перечислите состав прибора ФЕУ-1.
33. Объясните принцип действия прибора ФЕУ-1.
34. Как производится контроль исправности прибора ФЕУ-1?
35. Какой метод используется в ультразвуковых уровнемерах?
36. Что такое пьезоэлемент? Какими свойствами он обладает?
37. Как определить уровень, измерив время распространения ультразвука?

Что для этого нужно иметь?

38. Перечислите состав прибора УЗУ-5.
39. Как работает датчик УЗУ-5?
40. Объясните принцип действия прибора УЗУ-5.
41. Перечислите средства измерения уровня на АЭС.

Тема 3. Измерение химического состава сред

Общие сведения об измерении состава и свойств веществ. Измерение влажности газов, твердых и сыпучих материалов. Анализ состава жидкостей. Способы измерений химического состава сред: кондуктометрический метод, потенциометрический метод, оптический метод. Анализ состава газов. Средства измерений химического состава сред: тепловые газоанализаторы, магнитные газоанализаторы, оптические газоанализаторы, хроматографические газоанализаторы. Приборы для контроля окружающей среды.

Методические указания по изучению темы

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

1. Общие сведения об измерении состава и свойств веществ.
2. Методы и средства измерений влажности газов, твердых и сыпучих тел: психрометрический метод, метод точки росы, гигрометрический метод.
3. Анализ состава жидкостей.
4. Методы измерений химического состава сред: кондуктометрический метод, потенциометрический метод, оптический метод.
5. Средства измерения и контроля химического состава жидких сред.
6. Анализ состава газов.
7. Методы измерений химического состава сред: тепловые газоанализаторы, магнитные газоанализаторы, оптические газоанализаторы, хроматографические газоанализаторы.
8. Средства измерения и контроля химического состава газов.
9. Приборы для контроля окружающей среды.

По данной теме дополнительно изучить:

1. Изучить схемы химического контроля водно-химического режима АЭС с ВВЭР.
2. Изучить устройство и принцип действия солемера типа СС – 1.

По данной теме рекомендуется использовать литературу:

1. [3] стр. 5 – 110;
 2. [5] стр. 6 – 48;
 3. [9] стр. 276 – 281;
 4. [11], стр. 68 - 77; 145-146;
 5. [21], стр. 572 - 643;
- ТО и ЭИ.

Вопросы для самоконтроля

1. Приведите и объясните схемы химического контроля водно-химического режима АЭС с ВВЭР.
2. Приведите методы и средства измерений для контроля окружающей среды.
3. Объясните психрометрический метод и средства измерения влажности газов.
4. Объясните гигрометрический метод и средства измерения влажности газов.
5. Объясните средства и метод точки росы при измерении влажности газов.
6. Приведите параметры, методы и средства измерений влажности твердых и сыпучих тел.
7. Объясните кондуктометрический метод измерения и анализа состава жидкостей.
8. Объясните устройство и принцип действия датчика солемера.
9. Приведите электрогидравлическую структурную схему многоточечного варианта автоматического кондуктометра АК-310 и объясните принцип действия.
10. Приведите устройство и объясните принцип действия кислородомера для определения количества кислорода, растворенного в воде.
11. Приведите устройство и объясните принцип действия рН-метра для определения водородного показателя.
12. Приведите схему и объясните принцип действия BorAn™ PN 160-1.
13. Объясните передачу информации об измерении и выходные сигналы преобразователя BorAn™ PN 160-1.
14. Объясните устройство и принцип действия магнитного газоанализатора.
15. Приведите схему и объясните принцип оптического газоанализатора.
16. Объясните устройство и принцип действия объемного газоанализатора.

17. Объясните устройство и принцип действия теплового газоанализатора.
18. Объясните устройство и принцип действия хроматографического газоанализатора.
19. Объясните устройство и принцип действия электрического газоанализатора.

Тема 4. Специальные измерения на АЭС

Измерители механических величин турбогенератора и ТПН. Аппаратура технологического контроля тепловых расширений и вибросостояния энергетических турбоагрегатов. Устройства контроля сейсмозащиты на АЭС. Измерительный канал СИАЗ. Измерение геометрических параметров оборудования АЭС. Способы и средства измерения отклонения от вертикали и горизонтали, контроля искривлений технологических каналов на основе маятника, контроля искривлений технологических каналов на основе уровня жидкости.

Методические указания по изучению темы

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

1. Измерители механических величин турбогенератора и ТПН.
2. Аппаратура технологического контроля тепловых расширений и вибросостояния энергетических турбоагрегатов.
3. Устройства контроля сейсмозащиты на АЭС.
4. Измерительный канал СИАЗ.
5. Общие сведения об измерении геометрических параметров оборудования ЯР.
6. Способы и средства измерения отклонения от вертикали и горизонтали.
7. Измерение геометрических параметров оборудования АЭС.
8. Способы и средства измерения контроля негоризонтальности главного разъема реактора на основе уровня жидкости.
9. Способы и средства измерения контроля искривлений технологических каналов на основе маятника.

По данной теме дополнительно изучить:

1. Изучить методику проведения измерений искривлений и диаметра технологических каналов (ТК).[13], стр. 95 – 98.

По данной теме рекомендуется использовать литературу:

1. [13], стр. 71 – 218;
 2. [15], стр. 106 – 160;
 3. [16], стр. 10 – 16;
 4. [17], стр. 5 – 36;
- ТО и ЭИ.

Вопросы для самоконтроля

1. Приведите общие сведения об измерении сейсмовеличин.
2. Объясните устройство и принцип устройств контроля сейсмозащиты на АЭС.
3. Сейсмостойкость и сейсмобезопасность сооружений и оборудования АЭС.
4. Объясните назначение, состав, характеристики, 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 ВИ-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. Приведите назначение и функции системы «СКМВТ-1000».
16. Объясните состав «СКМВТ-1000».
17. Приведите технические характеристики оборудования системы «СКМВТ-1000».
18. Объясните какие параметры при измерении и контроле осуществляет «СКМВТ-1000».
19. Приведите и объясните структурную схему системы «СКМВТ-1000».
20. Приведите мнемосхему турбины и расстановку датчиков системы «СКМВТ-1000».
21. Объясните конструкцию и работу устройств системы «СКМВТ-1000».
22. Приведите и объясните структурную схему кассеты УСО.
23. Объясните назначение субблоков входящих в состав шкаф логики СС:
24. Приведите и объясните структурную схему субблока ПВП - 099.
25. Приведите и объясните структурную схему субблока ПВС - 096.
26. Объясните программное обеспечение «СКМВТ-1000».
27. Приведите общие сведения об измерении геометрических параметров оборудования ЯР.
28. Приведите методы измерения отклонения от вертикали и горизонтали.

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

30. Объясните устройство и принцип действия приборов контроля негоризонтальности главного разъема реактора на основе уровня жидкости.

Тема 5. Измерение ядерно-физических параметров реактора

Общие сведения об измерении ядерно-физических параметров реактора. 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 данной темы особое внимание обратить на изучение следующих вопросов:

1. Общие сведения об измерении ядерно-физических параметров реактора.
2. Энерговыделения в АЗ.
3. Режимы работы ЯР.
4. Системы контроля энерговыделения на АЭС.
5. Импульсный канал.
6. Токовый канал.
7. Ионизационные камеры.
8. Электронно-эмиссионные преобразователи.
9. Каналы нейтронные измерительные.
10. Газоразрядные детекторы.
11. Контроль радиационной обстановки в помещениях АЭС.
12. Средства индивидуального дозиметрического контроля.

По данной теме дополнительно изучить:

1. Изучить «Ядерно-физический контроль на АЭС». [14] стр. 66-74.
2. Изучить контроль мощности реактора и внутриреакторный контроль.
3. [14], стр. 66 – 74.
4. Изучить зависимость чувствительности ДПЗ в зависимости от материала эмиттера. [7] стр. 57-60.
5. Изучить средства индивидуального дозиметрического контроля. [10] стр. 98 – 100.
6. Изучить внутриреакторные датчики системы ВРК с ВВЭР. [19.] стр. 19 – 26, [20.] стр. 10 – 16.

По данной теме рекомендуется использовать литературу:

1. [7] стр. 11 – 118;
2. [8] стр. 16 – 160;

3. [9] стр. 10 – 56;
 4. [12] стр. 5 – 36;
 5. [22] стр. 10 – 96;
 6. [23] стр. 15 – 106;
- ТО и ЭИ.

Вопросы для самоконтроля

- 1 Приведите общие сведения об измерении ядерно-физических параметров реактора.
- 2 Объясните режимы работы реактора.
- 3 Приведите конструкцию измерительного канала реактора типа ВВЭР-1000.
- 4 Приведите назначение, структурную схему и объясните принцип действия системы СВРК.
- 5 Объясните распределение диапазонов и средств контроля измерения мощности реактора.
- 6 Приведите структурную схему и объясните принцип действия импульсного канала системы СУЗ.
- 7 Приведите структурную схему и объясните принцип действия токового канала системы СУЗ.
- 8 Объясните схема и причины выбора места установки нейтронных датчиков за пределами АЗ ЯР.
- 9 Приведите общие сведения об ионизационных камерах (ИК).
- 10 Объясните назначение, устройство и принцип действия ИК.
- 11 Приведите вольтамперные характеристики (ВАХ) ионизационных камер.
- 12 ВАХ ИК при различных значениях мощности дозы излучения.
- 13 Объясните назначение, устройство и принцип действия ионизационных камер типа КНК.
- 14 Подвеска для ионизационных камер: схема, состав, принцип действия.
- 15 Объясните особенности контроля энерговыделения в АЗ.
- 16 Приведите особенности применения ИК на АЭС.
- 17 Приведите основные требования к внутриреакторным детекторам.
- 18 Объясните назначение, устройство и принцип действия электронно-эмиссионных преобразователей.
- 19 Объясните особенности применения различных материалов в качестве эмиттеров ДПЗ.
- 20 Приведите достоинства и недостатки, погрешность ДПЗ.
- 21 Приведите особенности применения ДПЗ на АЭС.
- 22 Объясните назначение и основные технические данные, состав КНИ.
- 23 Объясните особенности устройства и работы КНИ.
- 24 Объясните конструктивные отличия и применение КНИ на АЭС.
- 25 Приведите схему расположения детекторов и термопар в КНИ.

- 26 Объясните корректировку изменения чувствительности детектора КНИ и введение поправки на выгорание КНИ.
- 27 Объясните определение тока, возникающего в линии связи детектора КНИ.
- 28 Приведите и объясните процедуры по порядку проверки технического состояния КНИ в процессе работы.
- 29 Объясните внешнее проявление, метод выявления, вероятные причины и способы устранения возможных неисправностей КНИ.
- 30 Объясните выполнение дезактивации КНИ.
- 31 Объясните измерение сопротивления изоляции детекторов КНИ.
- 32 Определение характерных неисправностей детекторов КНИ. Отключение дефектных детекторов.
- 33 Объясните устройство и принцип действия газоразрядных счетчиков.
- 34 Объясните ВАХ газоразрядных счетчиков.
- 35 Объясните счетную характеристику газоразрядных счетчиков.
- 36 Объясните назначение, устройство и принцип действия пропорциональных счетчиков.
- 37 Объясните назначение, устройство и принцип действия коронных счетчиков.
- 38 Объясните назначение, устройство и принцип действия счетчиков Гейгера-Мюллера.
- 39 Приведите определение самостоятельного разряда и объясните механизм его гашения.
- 40 Приведите определение коэффициента газового усиления и его значение для различных преобразователей.
- 41 Объясните схему системы контроля мощности реактора.

Тема 6. Эксплуатация средств измерений

Организация управления энергоблоком. Щиты управления АЭС. Организация эксплуатации средств измерений. Особенности эксплуатации приборов контроля ЯЭУ. Импульсные и кабельные линии. Кабельные и трубные проходки. Техническая документация средств измерений.

Методические указания по изучению темы

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

1. Организация управления энергоблоком.
2. Щиты управления АЭС.
3. Организация эксплуатации средств измерений.
4. Особенности эксплуатации приборов контроля ЯЭУ.
5. Импульсные и кабельные линии.
6. Кабельные и трубные проходки.
7. Техническая документация средств измерений.

По данной теме дополнительно изучить:

1. Изучить компоновку оборудования на щитах управления АЭС.

[18] стр. 47-50, стр. 112 – 113; [21] стр. 52 – 91.

По данной теме рекомендуется использовать литературу:

1 [1] стр. 181 – 199;

2 [2] стр. 328 – 397;

3 [3] стр. 5 – 110;

4 [14] стр. 11 – 118;

5 [18] стр. 8– 34;

6 [19] стр. 10 – 56;

7 [20] стр. 5 – 116;

8 [21], стр. 52 – 91.

ТО и ЭИ, технологический регламент.

Вопросы для самоконтроля

1. Объясните организацию управления энергоблоком.

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

3. Объясните назначение, размещение, персонал, задачи и оборудование центрального щита управления.

4. Объясните назначение, размещение, персонал, задачи и оборудование блочного щита управления.

5. Объясните назначение, размещение, персонал, задачи и оборудование резервного щита управления.

6. Объясните назначение, размещение, персонал, задачи и оборудование местных щитов управления.

7. Объясните назначение, размещение, персонал, задачи и оборудование групповых и вспомогательных щитов управления.

8. Объясните планово-предупредительный осмотр.

9. Объясните планово-предупредительный ремонт на АЭС.

10. Объясните назначение, разновидности, требования по монтажу, особенности эксплуатации и продувку импульсных линий.

11. Объясните назначение, требования по монтажу, типы, особенности эксплуатации трубных проходов.

12. Объясните назначение, типы, требования по монтажу, особенности эксплуатации кабельных линий.

13. Объясните назначение, требования по монтажу, типы, особенности эксплуатации кабельных проходов.

14. Приведите виды и структуру технической документации средств измерений на АЭС.

15. Контроль радиационной обстановки в помещениях АЭС.

16. Средства индивидуального дозиметрического контроля.

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 теплотехнических 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 дифференцированному зачету в конце 7 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. Общие вопросы измерения и контроля параметров.
- Л2 Методы и средства измерения давления, расхода, уровня
- Л3 Специальные измерения на АЭС.
- Л4 Измерение ядерно-физических параметров.

Для закрепления теоретического материала проводят практические занятия и лабораторные работы.

- Пз1 Измерение температуры тел по их тепловому излучению.
- Пз2 Методы и средства измерения состава газов.
- Пз3 Каналы нейтронные измерительные.
- Лр1 Настройка и регулировка средств измерений и контроля температуры.
- Лр2 Настройка и регулировка средств измерений и контроля давления, расхода, уровня различных сред.

3.2. Практические занятия и лабораторные работы 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. Лабораторные работы способствуют овладению знаниями и, кроме того, позволяют привить методические и практические навыки проведения экспериментальных исследований, научить обобщению и глубокому осмыслению полученных результатов, воспитать техническую культуру и культуру инженерного и научного мышления.

Для выполнения лабораторной работы студент должен изучить теоретический материал, подготовить бланк отчета по лабораторной работе.

Лабораторные работы выполняются в соответствии с методическими рекомендациями, разработанными на кафедре.

К выполнению лабораторной работы допускается студент, освоивший теоретический материал и успешно ответивший на вопросы входного контроля.

Выполнение лабораторной работы производится под руководством преподавателя. После выполнения работы студент защищает ее.

3.3. Методические рекомендации для выполнения лабораторных работ

3.3.1. Методические рекомендации по выполнению Лр1 на тему «Настройка и регулировка средств измерений и контроля температуры»

После изучения теоретического материала, во время экзаменационной сессии, необходимо выполнить лабораторную работу на тему: «Настройка и регулировка средств измерений и контроля температуры».

При подготовке к выполнению лабораторной работы необходимо:

- изучить материал введения и темы 1;
- при подготовке к лабораторной работе на самостоятельной подготовке, необходимо ознакомиться с методическим пособием;
- повторить из курса МСС метрологические характеристики средств измерений и методику их определения;
- подготовить, бланк лабораторной работы и заполнить соответствующие разделы.

Для выполнения данного пункта необходимо использовать методические указания по проведению лабораторной работы, приведенные в [3] стр. 5 – 60;

- перенести в бланк лабораторной работы функциональную или принципиальную схемы приборов, таблицы для занесения данных экспериментов, а так же формулы для выполнения расчетов.

При выполнении лабораторной работы строго соблюдать указания методических рекомендаций по данной лабораторной работе.

При защите лабораторной работы необходимо представить отчет о проделанной работе и ответить на контрольные вопросы.

Перечень контрольных вопросов к лабораторной работе № 1

1. Что такое измерение?
2. Что такое измерительная система?
3. Приведите виды и классификацию погрешностей измерения.

4. Что такое приведенная погрешность?
5. Что такое основная приведенная погрешность измерения? Причины ее возникновения.
6. Что такое класс точности?
7. Что такое чувствительность прибора?
8. Что такое диапазон измерений?
9. Что такое вариация средств измерений и причины ее возникновения.
10. Как определяется вариация прибора?
11. Объясните погрешность срабатывания сигнализации и причины ее возникновения.
12. Что такое поверка средств измерений.
13. Перечислите методы повышения точности измерения?
14. Перечислите методы расширения рабочего диапазона средств измерений.
15. К чему сводится измерение температуры с помощью термометра сопротивления?
16. Какие требования предъявляются к материалам, из которых изготовлены чувствительные элементы термометров сопротивления?
17. Объясните назначение, устройство и принцип действия термометров сопротивления.
18. От чего зависит чувствительность ТС?
19. Что такое градуировка термометра сопротивления?
20. Приведите градуировки термометров сопротивления и объясните их отличия?
21. Приведите маркировку термометров сопротивления.
22. Объясните измерение температуры при помощи резисторного моста.
23. От чего зависит напряжение в измерительной диагонали моста?
24. Какой мост называется уравновешенным?
25. Выведите условие равновесия моста.
26. Как производится измерение температуры с помощью неуравновешенного измерительного моста?
27. Имеет ли прибор измерения температуры с помощью неуравновешенного моста линейную шкалу? От чего это зависит?
28. Почему в неуравновешенных мостовых схемах необходимо стабилизировать напряжение питающей диагонали?
29. Приведите примеры основных схем подключения первичных преобразователей к мостовой схеме измерения вторичных преобразователей.
30. Оказывает ли влияние на равновесие моста сопротивление соединительных проводов, подключающих термометр сопротивления к измерительному мосту?
31. Как исключить погрешность измерения, вызванную различной длиной соединительных проводов?
32. Изменяется ли сопротивление соединительных проводов при изменении температуры в помещении? Почему?

33. Как производится измерение температуры с помощью уравновешенного моста?
34. Доказать, что изменение сопротивления соединительных проводов вносит погрешность в показание прибора.
35. Изобразите схемы подключения ТС к измерительному мосту.
36. Докажите, что при трехпроводной схеме погрешность показания прибора, вызванная изменением температуры в помещении, минимальна.
37. При каких условиях в трехпроводной схеме происходит полная компенсация погрешности, вызванной изменением сопротивления соединительных проводов?
38. Почему в уравновешенных мостовых схемах измерения реохорд необходимо выполнять линейным?
39. Перечислите приборы с уравновешенной мостовой схемой измерения.
40. Как производится автоматическое уравновешивание моста?
41. Перечислите приборы с неуравновешенной мостовой схемой измерения.
42. Что происходит при нажатии кнопки контроля АМ 140, КМ 140? В какую точку на шкале устанавливается стрелка прибора?
43. Как работает прибор АМ 140, КМ 140?
44. Почему шкала прибора АМ 140, КМ 140 линейная? Как это достигается?
45. Объясните устройство и принцип действия многоточечных приборов для измерения температуры типа АКТ.
46. Перечислите устройства контроля приборов: АКТ.
47. Объясните устройство и принцип действия многоточечных приборов для измерения температуры типа САКТ.
48. Перечислите устройства контроля приборов: САКТ.
49. Какие физические величины измеряются с помощью приборов с потенциометрической схемой измерения?
50. Объясните назначение термоэлектрических термометров.
51. На каком эффекте основан принцип действия термопар? Как формируется ЭДС термопары и от чего она зависит?
52. Объясните устройство и принцип действия термоэлектрических термометров.
53. Что называется спаями термопары, какие спаи бывают?
54. Изменяется ли ЭДС термопары при изменении температуры свободного (холодного) спая, Как изменяется?
55. Как определяется температура по ЭДС термопары? Что нужно для этого иметь?
56. Что называется градуировкой термопары? Какие градуировки Вы знаете, чем они отличаются?
57. Приведите маркировку термоэлектрических термометров.
58. Перечислите достоинства термопар, по сравнению с термометрами сопротивления, а также их недостатки.

59. Какие термопары применяются на АЭС?
60. Как измерить ЭДС термопары прямым методом?
61. Объясните измерение термо-ЭДС компенсационным методом.
62. Почему компенсационный метод измерения называется потенциометрическим?
63. Как компенсировать изменение ЭДС термопары, вызванной изменением температуры холодного спая термопары?
64. Что представляет собой устройство компенсации изменения температуры холодного спая термопары? Как оно работает?
65. Как работает компенсационная схема измерения ЭДС термопары?
66. Приведите основные требования схемы подключения термоэлектрических преобразователей к измерительной схеме вторичных преобразователей.
67. Почему напряжение, компенсирующее ЭДС термопары, формируется неуравновешенным мостом?
68. Приведите условие полной компенсации.
69. От чего и как зависит компенсирующее напряжение, создаваемое неуравновешенным мостом?
70. В каких условиях компенсирующее напряжение линейно зависит от положения движка реохорда?
71. Как измерить температуру с помощью компенсационного метода измерения ЭДС термопары?
72. Какие факторы вносят погрешность при компенсационном методе измерения ЭДС термопары?
73. Почему и как появляется погрешность при изменении напряжения питания моста?
74. Почему мост, формирующий компенсационное напряжение, надо питать стабилизированным постоянным напряжением?
75. Почему стабилизированное напряжение при эксплуатации прибора необходимо поддерживать постоянным по величине?
76. Как осуществляется проверка рабочего значения напряжения питания моста?
77. Как в компенсационной схеме измерения ЭДС термопары производится автоматическая поправка на изменение температуры свободного спая?
78. Объясните назначение автоматического потенциометра.
79. Объясните устройство и принцип действия автоматического потенциометра.
80. Какой метод положен в основу работы прибора АП140, КП140?
81. Что представляет собой измерительная схема?
82. Укажите элементы следящей системы в приборе АП140, КП140.
83. Объясните назначение и принцип действия приборов типа АП140, КП 140 по схеме.
84. Как осуществляется регулировка рабочего тока в приборе АП140 и для чего это делается?

85. Для чего предназначен неуравновешенный мост в приборах АП140 и КП 140?
86. Объясните назначение элементов моста в АП140, КП140.
87. Для чего предназначен модулятор в приборе АП140, КП140?
88. Объясните действие медного сопротивления в неуравновешенном мосту АП-140.
89. Объясните приготовление прибора АП140 к работе.
90. Чем отличается прибор КПП40 от прибора АПП40?
91. Объясните по схеме как работают устройства контроля исправности приборов АП140 и КП140?
92. Объясните по схеме как работают устройства сигнализации приборов АП140 и КП140?
93. Конструктивные особенности одноканальных средств измерения температуры.
94. Что такое алгоритм поиска характерных неисправностей средств измерения температуры?
95. Перечислите средства измерения температуры на АЭС.
96. Что такое алгоритм поиска характерных неисправностей средств измерения температуры?
97. Перечислите средства измерения температуры на АЭС.

При изучении темы и подготовке к лабораторной работе рекомендуется использовать литературу:

- [1] стр. 8-12, 26-110;
- [3] стр. 5 - 60;
- [11] стр. 42 - 94; 116 - 146;

ТО и ЭИ, согласно перечня средств измерений, используемых при выполнении лабораторной работы.

3.3.2. Методические рекомендации по выполнению Лр2 на тему «Настройка и регулировка средств измерений и контроля давления, расхода, уровня различных сред»

После изучения теоретического материала, во время экзаменационной сессии, необходимо выполнить лабораторную работу на тему: «Настройка и регулировка средств измерений и контроля давления, расхода, уровня различных сред»

При подготовке к выполнению лабораторной работы необходимо:

- изучить материал темы 2;
- при подготовке к лабораторной работе на самостоятельной подготовке, необходимо ознакомиться с методическим пособием
- повторить из курса МСС метрологические характеристики средств измерений и методику их определения;

- подготовить, бланк лабораторной работы и заполнить соответствующие разделы.

Для выполнения данного пункта необходимо использовать методические указания по проведению лабораторной работы, приведенные в [3] стр. 60 - 116;

Перенести в бланк лабораторной работы функциональную или принципиальную схемы приборов, таблицы для занесения данных экспериментов, а также формулы для выполнения расчетов.

При выполнении лабораторной работы строго соблюдать указания методических рекомендаций по данной лабораторной работе.

При защите лабораторной работы необходимо представить отчет о проделанной работе и ответить на контрольные вопросы.

Перечень контрольных вопросов к лабораторной работе № 2

1 Обоснуйте назначение, принцип действия и устройство деформационных манометров, приведите примеры данных манометров.

2 Какие физические величины измеряют с помощью приборов с дифференциально-трансформаторной схемой?

3 На чем основано действие датчика давления? Что представляет собой датчик давления?

4 Какие чувствительные элементы применяются в датчике давления? Их особенности.

5 Что представляет собой индукционный преобразователь?

6 Как зависит напряжение индукционного преобразователя от положения плунжера?

7 Почему на первичную обмотку индукционного преобразователя надо подавать переменное напряжение?

8 Как зависит напряжение индукционного преобразователя от измеряемого давления?

9 Что такое статическая характеристика индукционного преобразователя?

10 Изменяется ли амплитуда и фаза напряжения индукционного преобразователя при изменении фазы напряжения первичной обмотки?

11 В чем суть компенсационного метода измерения переменного напряжения?

12 Почему метод измерения называется дифференциально-трансформаторным?

13 Как и чем формируется компенсирующее напряжение U_K ?

14 Условие полной компенсации в дифференциально-трансформаторных схемах. Как достигается полная компенсация?

15 Как измерить давление, используя дифференциально-трансформаторную схему? Что для этого надо иметь?

16 Почему шкала прибора с дифференциально-трансформаторной схемой равномерная (линейная)?

17 Что такое дрейф нуля датчика?

18 Какую погрешность вызывает дрейф нуля датчика?

- 19 Как корректируется дрейф нуля датчика в приборе АД 140?
- 20 Как корректируется дрейф нуля датчика в приборе КД 140?
- 21 Как и чем согласовываются индукционные преобразователи датчика и вторичного прибора?
- 22 Что такое сдвиг фаз между напряжениями?
- 23 К чему приводит сдвиг фаз между входным и компенсирующим сигналами?
- 24 Что такое синфазная составляющая сигнала рассогласования напряжений?
- 25 Как компенсировать синфазную составляющую сигнала рассогласования?
- 26 Что такое квадратурная составляющая сигнала рассогласования?
- 27 В чем вред квадратурной составляющей сигнала?
- 28 Как компенсировать квадратурную составляющую сигнала?
- 29 Объясните назначение, принцип действия, устройство приборов с дифференциально-трансформаторными преобразователями.
- 30 Для: чего предназначен прибор АД 140?
- 31 Какие элементы входят в состав прибора АД 140?
- 32 Что представляет собой измерительная схема прибора АД 140?
- 33 Объясните принцип действия прибора АД 140.
- 34 Как производится контроль исправности прибора АД 140? Что при этом происходит?
- 35 Перечислите средства измерения расхода на АЭС.
- 36 Как измеряется расход прибором АД 140?
- 37 Как устанавливается равномерная шкала в расходомерах?
- 38 Почему профиль кулачка при измерении расхода выбирается квадратичным?
- 39 Почему расходомеры изготавливаются в комплекте несколькими датчиками?
- 40 В чем отличие прибора КД 140 от АД 140?
- 41 Как производится контроль исправности КД 140?
42. Объясните принцип действия КД 140.
43. Как регулируется диапазон измерений прибора КД 140?
44. Как регулировать показание в реперной (контрольной) точке?
45. Перечислите средства измерения давления и разряжения на АЭС.
46. Как образуется бегущая волна напряжения в длинной линии?
47. Как образуется отраженная волна напряжения в длинной линии?
48. Почему амплитуда и фаза бегущей и отраженных волн в конце линии совпадают?
49. Как образуется стоячая волна в длинной линии?
50. Что такое амплитуда стоячей волны?
51. От чего зависит амплитуда стоячей волны?
52. Что такое пучность стоячей волны? Чем характеризуется?
53. Что такое узел стоячей волны? Чем характеризуется?
54. О т чего и как зависит узел стоячей волны?
55. Что такое искусственный эквивалент длинной волны?

56. Как увеличить (уменьшить) длину линии с помощью искусственного эквивалента?
57. Что представляет собой емкостный датчик уровня?
58. Как измеряется уровень фазоёмкостным методом?
59. Перечислите состав прибора ФЕУ-1.
60. Для чего предназначен генератор высокочастотных колебаний ФЕУ-1?
61. Для чего предназначена искусственная измерительная линия?
62. Для чего предназначен дифференциальный съёмник напряжения? Как он работает?
63. Как формируется электрический сигнал, пропорциональный смещению узла стоячей волны?
64. Для чего предназначен компенсирующий элемент ФЕУ-1?
65. Объясните принцип действия прибора ФЕУ-1.
66. Как производится контроль исправности прибора ФЕУ-1?
67. Что соответствует элементу сравнения в следящей системе прибора ФЕУ-1?
68. Какой метод используется в ультразвуковых уровнемерах?
69. Что такое пьезоэлемент? Какими свойствами он обладает?
70. Почему ультразвуковые колебания надо подавать импульсами?
71. Как определить уровень, измерив время распространения ультразвука? Что для этого нужно иметь?
72. Рассчитать частоту подачи импульсов ультразвука для непрерывного измерения?
73. Перечислите состав прибора УЗУ-5.
74. Для чего предназначен задающий генератор (ЗГ)? Как он работает?
75. Для чего предназначен генератор высокочастотных колебаний (ГВК)? Как он работает?
76. Как работает датчик УЗУ-5?
77. Почему производится детектирование высокочастотных колебаний?
78. Почему формирователь расширяет генераторный импульс?
79. С какой целью формирователь подает сигнал на видеоусилитель?
80. С какой целью формирователь подает сигнал в схему измерения времени?
81. Почему видеоусилитель «вырезает» генераторный импульс?
82. Как производится преобразование времени запаздывания отраженного импульса относительно генераторного в напряжение постоянного тока?
83. Какой метод используется при измерении напряжения постоянного тока пропорционального уровню?
84. Объясните принцип действия прибора УЗУ-5.
85. Принцип действия следящей системы прибора УЗУ-5.
86. Что является датчиком в следящей системе прибора УЗУ-5?
87. Какие погрешности возникают при измерении уровня с помощью УЗУ-5? Как они компенсируются?
88. Перечислите средства измерения уровня на АЭС.

При изучении темы и подготовке к лабораторной работе рекомендуется использовать литературу:

[2] стр. 31-299;

[3] стр. 60 - 116;

[11] стр. 42 - 94; 116 - 146;

ТО и ЭИ, согласно перечня средств измерений, используемых при выполнении лабораторной работы.

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

Кр № 1. «Теплотехнические измерения и приборы АЭС»

Теоретические вопросы

1. Объясните взаимосвязь между процессами, протекающими в ядерных энергетических установках.
2. Перечислите и объясните термодинамические процессы на АЭС.
3. Объясните назначение, состав, функции и структурную схему системы теплотехнического контроля.
4. Объясните назначение, состав, функции автоматизированных систем управления технологическими процессами.
5. Приведите тепловые схемы ЯЭУ 1-, 2-, 3-х контурные и укажите оборудование каждого контура.
6. Приведите классификацию первичных преобразователей измерения температуры на АЭС.
7. Объясните устройство, принцип действия, применение, достоинства и недостатки термометров расширения.
8. Объясните устройство, принцип действия, уравнение, маркировку, градуировку, применение, достоинства и недостатки термометров сопротивления.
9. Объясните устройство, принцип действия, уравнение, маркировку, градуировку, применение, достоинства и недостатки термоэлектрических термометров.

10. Приведите схемы подключения термометров сопротивления ко вторичному измерительному преобразователю и объясните их преимущества и недостатки.
11. Объясните измерение температуры с помощью резисторного моста.
12. Объясните измерение температуры с помощью неуравновешенного моста.
13. Объясните измерение температуры с помощью уравновешенного моста.
14. Приведите схему автоматического уравновешенного моста и объясните принцип действия
15. Приведите функциональную схему многоточечного прибора для измерения температуры и объясните принцип действия
16. Приведите схемы и объясните методы измерения ЭДС термопары, их достоинства и недостатки.
17. Объясните методы установки ТП.
18. Приведите схему автоматического потенциометра и объясните принцип действия.
19. Объясните методы компенсации погрешностей при измерении температуры.
20. Объясните автоматическую компенсацию температуры холодных спаев ТП.
21. Объясните методы расширения рабочего диапазона средств измерений.
22. Приведите общие сведения об измерении температуры тел по их тепловому излучению.
23. Приведите схему радиационного пирометра и объясните принцип действия.
24. Приведите схему оптического пирометра и объясните принцип действия.
25. Приведите схему пирометров спектрального отношения и объясните принцип действия.
26. Приведите схему фотоэлектрического пирометра и объясните принцип действия.
27. Приведите общие сведения об измерении давления и разрежения.
28. Объясните устройство и принцип действия деформационных манометров.
29. Объясните устройство и принцип действия индукционного преобразователя.
30. Приведите схему и объясните принцип действия ВП для измерения давления с дифференциально-трансформаторными преобразователями.
31. Объясните устройство и принцип действия тензорезистивных преобразователей.
32. Объясните назначение, устройство и принцип действия преобразователя типа «Сапфир22М-ДИВ».
33. Объясните назначение, устройство и принцип действия преобразователя типа «Сапфир22М-ДД».
34. Объясните назначение, устройство и принцип действия преобразователя типа «Сапфир22М-ДА».

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

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

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

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

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

40. Методы измерения расхода или скорости перемещения жидкости ультразвуковыми расходомерами.

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

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

43. Объясните устройство и принцип действия электромагнитных расходомеров.

44. Объясните устройство и принцип действия ультразвуковых расходомеров.

45. Объясните устройство и принцип действия тахометрических расходомеров.

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

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

48. Объясните устройство и принцип действия пьезометрических уровнемеров.

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

50. Объясните устройство и принцип действия емкостных уровнемеров.

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 ультразвуковых уровнемеров.

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, 11, 21, 31, 41	6	6	6, 16, 26, 36, 46	1
2	2, 12, 22, 32, 42	7	7	7, 17, 27, 37, 47	2
3	3, 13, 23, 33, 43	8	8	8, 18, 28, 38, 48	3
4	4, 14, 24, 34, 44	9	9	9, 19, 29, 39, 49	4
5	5, 15, 25, 35, 45	10	10	10, 20, 30, 40, 50	5

4.3. Контрольная работа № 2

Кр № 2 «Специальные измерения на АЭС»

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.
4. Приведите методы и средства измерений для контроля окружающей среды.
5. Приведите методы, средства измерений влажности газов и объясните принцип действия.
6. Приведите параметры, методы и средства измерений влажности твердых и сыпучих тел.
7. Объясните кондуктометрический метод измерения и анализа состава жидкостей.
8. Объясните устройство и принцип действия датчика солемера.
9. Приведите электрогидравлическую структурную схему многоточечного варианта автоматического кондуктометра АК-310 и объясните принцип действия.
10. Приведите устройство и объясните принцип действия кислородомера для определения количества кислорода, растворенного в воде.
11. Приведите устройство и объясните принцип действия рН-метра для определения водородного показателя.
12. Приведите схему и объясните принцип действия BorAn™ PN 160-1.
13. Объясните передачу информации об измерении и выходные сигналы преобразователя BorAn™ PN 160-1.

14. Объясните устройство и принцип действия магнитного газоанализатора.
15. Приведите схему и объясните принцип опτικο-акустического газоанализатора (ГА).
16. Объясните устройство и принцип действия объемного газоанализатора.
17. Объясните устройство и принцип действия теплового газоанализатора.
18. Объясните устройство и принцип действия хроматографического ГА.
19. Объясните устройство и принцип действия электрического газоанализатора.
20. Приведите общие сведения об измерении сейсмовеличин.
21. Объясните устройство и принцип устройств контроля сейсмозащиты на АЭС.
22. Сейсмостойкость и сейсмобезопасность сооружений и оборудования АЭС.
23. Объясните назначение, состав, характеристики, схему и принцип действия СИАЗ.
24. Объясните назначение, состав, схему и принцип действия измерительного тракта СИАЗ.
25. Объясните назначение, состав, технические характеристики аппаратуры «ЛМЗ-97».
26. Объясните программное обеспечение аппаратуры «ЛМЗ-97».
27. Приведите конструкцию и установку первичной аппаратуры «ЛМЗ-97».
28. Приведите и объясните структурная схема типового измерительного канала с прибором ИВВ-03 (03С), ИВ-208 и индикатором ВИ-208 системы «ЛМЗ-97».
29. Объясните установку приборов ИВВ-03С в аппаратном шкафу системы «ЛМЗ-97».
30. Приведите и объясните общий вид прибора ИВВ-03С с лицевой стороны системы «ЛМЗ-97».
31. Приведите и объясните вид на типовой модуль-монитор прибора ИВВ-03С со стороны передней панели системы «ЛМЗ-97».
32. Объясните измерение и функции прибора ИВВ-03 системы «ЛМЗ-97».
33. Приведите функции модулей-мониторов системы «ЛМЗ-97».
34. Приведите назначение и функции системы «СКМВТ-1000».
35. Объясните состав «СКМВТ-1000».
36. Приведите технические характеристики оборудования системы «СКМВТ-1000».
37. Объясните какие параметры при измерении и контроле осуществляет «СКМВТ-1000».
38. Приведите и объясните структурную схему системы «СКМВТ-1000».
39. Приведите мнемосхему турбины и расстановку датчиков системы «СКМВТ-1000».
40. Объясните конструкцию и работу устройств системы «СКМВТ-1000».
41. Приведите и объясните структурную схему кассеты УСО.
42. Объясните назначение субблоков входящих в состав шкаф логики СС:
43. Приведите и объясните структурную схему субблока ПВП - 099.
44. Приведите и объясните структурную схему субблока ПВС - 096.

45. Объясните программное обеспечение «СКМВТ-1000».
46. Приведите общие сведения об измерении геометрических параметров оборудования ЯР.
47. Приведите методы измерения отклонения от вертикали и горизонтали.
48. Объясните устройство и принцип действия приборов контроля искривлений технологических каналов на основе маятника.
49. Объясните устройство и принцип действия приборов контроля искривлений технологических каналов на основе уровня жидкости.
50. Приведите перспективы развития технологических измерений и приборов контроля ЯЭУ.

Практические вопросы

1. Канал измерения концентрации бора в жидкости баромером НАРБ.
2. Канал измерения концентрации бора в жидкости баромером Boran PN-160.
3. Приведите особенности эксплуатации и технического обслуживания аппаратуры «ЛМЗ-97». Объясните порядок и периодичность проведения технического обслуживания аппаратуры.
4. Канал измерения параметров осевого сдвига ротора турбины с помощью «ЛМЗ-97».
5. Канал измерения параметров вибрации опор с помощью «ЛМЗ-97».
6. Приведите особенности эксплуатации и технического обслуживания «СКМВТ-1000». Объясните порядок и периодичность проведения технического обслуживания системы.
7. Канал измерения относительного расширения ротора и теплового расширения корпуса турбины в диапазоне -5...+50 мм «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.

Варианты контрольной работы № 2 приведены в таблице 4.

Таблица 4

Варианты контрольной работы № 2

Номер варианта	Номер вопроса		Номер варианта	Номер вопроса	
	Теория	Практ. вопрос		Теория	Практ. вопрос
1	1, 11, 21, 31, 41	6	6	6, 16, 26, 36, 46	1
2	2, 12, 22, 32, 42	7	7	7, 17, 27, 37, 47	2
3	3, 13, 23, 33, 43	8	8	8, 18, 28, 38, 48	3
4	4, 14, 24, 34, 44	9	9	9, 19, 29, 39, 49	4
5	5, 15, 25, 35, 45	10	10	10, 20, 30, 40, 50	5

4.4. Контрольная работа № 3

Кр № 3 «Измерение ЯФП»

Теоретические вопросы

- 1 Приведите общие сведения об измерении ядерно-физических параметров реактора.
- 2 Объясните режимы работы реактора.
- 3 Приведите конструкцию измерительного канала реактора типа ВВЭР-1000.
- 4 Приведите назначение, структурную схему и объясните принцип действия системы СВРК.
- 5 Объясните распределение диапазонов и средств контроля измерения мощности реактора.
- 6 Приведите структурную схему и объясните принцип действия импульсного канала системы СУЗ.
- 7 Приведите структурную схему и объясните принцип действия токового канала системы СУЗ.
- 8 Объясните схема и причины выбора места установки нейтронных датчиков за пределами АЗ ЯР.
- 9 Приведите общие сведения об ионизационных камерах (ИК).
- 10 Объясните назначение, устройство и принцип действия ИК.
- 11 Приведите вольтамперные характеристики (ВАХ) ионизационных камер.
- 12 ВАХ ИК при различных значениях мощности дозы излучения.
- 13 Объясните назначение, устройство и принцип действия ионизационных камер типа КНК.
- 14 Подвеска для ионизационных камер: схема, состав, принцип действия.
- 15 Объясните особенности контроля энерговыделения в АЗ.
- 16 Приведите особенности применения ИК на АЭС.
- 17 Приведите основные требования к внутриреакторным детекторам.
- 18 Объясните назначение, устройство и принцип действия электронно-эмиссионных преобразователей.
- 19 Объясните особенности применения различных материалов в качестве эмиттеров ДПЗ.
- 20 Приведите достоинства и недостатки, погрешность ДПЗ.
- 21 Приведите особенности применения ДПЗ на АЭС.
- 22 Объясните назначение и основные технические данные, состав КНИ.
- 23 Объясните особенности устройства и работы КНИ.
- 24 Объясните конструктивные отличия и применение КНИ на АЭС.
- 25 Приведите схему расположения детекторов и термопар в КНИ.
- 26 Объясните корректировку изменения чувствительности детектора КНИ и введение поправки на выгорание КНИ.
- 27 Объясните определение тока, возникающего в линии связи детектора КНИ.

28 Приведите и объясните процедуры по порядку проверки технического состояния КНИ в процессе работы.

29 Объясните внешнее проявление, метод выявления, вероятные причины и способы устранения возможных неисправностей КНИ.

30 Объясните выполнение дезактивации КНИ.

31 Объясните измерение сопротивления изоляции детекторов КНИ.

32 Определение характерных неисправностей детекторов КНИ. Отключение дефектных детекторов.

33 Объясните устройство и принцип действия газоразрядных счетчиков.

34 Объясните ВАХ газоразрядных счетчиков.

35 Объясните счетную характеристику газоразрядных счетчиков.

36 Объясните назначение, устройство и принцип действия пропорциональных счетчиков.

37 Объясните назначение, устройство и принцип действия коронных счетчиков.

38 Объясните назначение, устройство и принцип действия счетчиков Гейгера-Мюллера.

39 Приведите определение самостоятельного разряда и объясните механизм его гашения.

40 Приведите определение коэффициента газового усиления и его значение для различных преобразователей.

41 Объясните схему системы контроля мощности реактора.

42 Объясните организацию управления энергоблоком.

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

44 Объясните назначение, размещение, персонал, задачи и оборудование центрального щита управления.

45 Объясните назначение, размещение, персонал, задачи и оборудование блочного щита управления.

46 Объясните назначение, размещение, персонал, задачи и оборудование резервного щита управления.

47 Объясните назначение, размещение, персонал, задачи и оборудование местных щитов управления.

48 Объясните назначение, размещение, персонал, задачи и оборудование групповых и вспомогательных щитов управления.

49 Объясните планово-предупредительный осмотр и планово-предупредительный ремонт на АЭС.

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

Практические вопросы

1. Канал измерения ядерно-физических параметров с ИК.
2. Канал измерения ядерно-физических параметров с КНИ.

3. Канал измерения ядерно-физических параметров газоразрядным детектором.
4. Приведите организацию эксплуатации средств измерений на АЭС
5. Приведите особенности эксплуатации приборов контроля ЯЭУ.
6. Объясните назначение, разновидности, требования по монтажу, особенности эксплуатации и продувку импульсных линий.
7. Объясните назначение, требования по монтажу, типы, особенности эксплуатации трубных проходок.
8. Объясните назначение, типы, требования по монтажу, особенности эксплуатации кабельных линий.
9. Объясните назначение, требования по монтажу, типы, особенности эксплуатации кабельных проходок.
10. Приведите виды и структуру технической документации средств измерений на АЭС.

Варианты контрольной работы № 3 приведены в таблице 5.

Таблица 5

Варианты контрольной работы № 3

Номер варианта	Номер вопроса		Номер варианта	Номер вопроса	
	Теория	Практ. вопрос		Теория	Практ. вопрос
1	1, 11, 21, 31, 41	6	6	6, 16, 26, 36, 46	1
2	2, 12, 22, 32, 42	7	7	7, 17, 27, 37, 47	2
3	3, 13, 23, 33, 43	8	8	8, 18, 28, 38, 48	3
4	4, 14, 24, 34, 44	9	9	9, 19, 29, 39, 49	4
5	5, 15, 25, 35, 45	10	10	10, 20, 30, 40, 50	5

Глава 5

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной литературы

Перечень основной и дополнительной литературы рекомендуемой для изучения дисциплины «Теплотехнические 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: СНУЯЭиП, 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» Учебное пособие. -Севастополь: СНУЯЭиП, 2010. – 116 с.:ил.
4. 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.
5. Чуклин А.А., Тяпкина В.А., Мирошник Д.В. Средства измерений состава газа. Севастополь: СНУЯЭиП, 2012.
6. Дмитриев А.Б. Малышев Е.К. - Нейтронные ионизационные камеры для реакторной техники. - М.: Атомиздат., -2015.
7. Ломакин С.И. Ядерно-физические методы диагностики и контроля АЗ реакторов АЭС. - М.: Энергоатомиздат, 2016.
8. Малышев Е.К., Засады Ю.Б., Стабровский С.А. Газоразрядные детекторы для контроля ядерных реакторов. - М.: Энергоатомиздат, 2011.
9. Мартынова О.И. и другие. Химический контроль на тепловых и атомных электростанциях - М.: Энергия, 2009.
10. Проскуряков К.Н., Ионов Б.А. Нейтронно-физические методы диагностики ЯЭУ. - М.: Издательство МЭИ, 2004.
11. Степанов В.И., Яхваров Я.И., Иваньков В.М., Кузнецова Н.И. Измерительно-информационные системы. Часть 1. Севастополь: СНИЯЭиП, 2009-156 с.:ил.
12. Трофимов А.И. Приборы контроля ядерных энергетических установок. Учебное пособие по курсу «Приборы контроля ЯЭУ». - Обнинск: ОИАЭ, 2001.
13. Трофимов А.И., Виноградов С.А. Техника измерений искривления и диаметра технологических каналов ядерных реакторов, - Обнинск: ОИАЭ, 2004.
14. Шальман М.П., Плутинский В.И. Контроль и управление на атомных электростанциях. – М.: Энергия, 2009.

Дополнительная литература

1. Хофманн Д. Техника измерений и обеспечение качества. - М.: Энергоатомиздат, 2013.
2. Мансуров М.С. Сейсмология и сейсмометрия. - М., Знание, 2002.
3. Обзорная информация. Сейсмостойкость и сейсmobезопасность сооружений и оборудования АЭС. - М., Информэнерго, 2008 – 56 с., ил.
4. Плютинский В.И., Погорелов Б.И, Автоматическое управление и защита теплоэнергетических установок АЭС. - М., Энергозтомиздат, 2003.
5. Брагин В.А., Батенин И.В., Голованов М.Н. и др. Системы внутриреакторного контроля АЭС с реакторами ВВЭР. - М., Энергоатомиздат, 2007– 128.с: ил.
6. Попов А.Ф. Теплотехнический контроль на атомных электростанциях. - М.: Энергоатомизд, 2006.- 120 с.: ил.
7. Преображенский В. П. Теплотехнические измерения и приборы. - М.: Энергия, 2008.

5.2. Электронные образовательные ресурсы

Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины:

- 1) e-mailizdat@urait.ru.
- 2) [vuz@ urait.ru](mailto: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://znanium.com/> - Электронно-библиотечная система (ЭБС) ZNANIUM.COM включает Основную коллекцию (базовую), Научный поиск (модуль), Энциклопедию Znanium.
- 5) Учебные пособия АЭС в электронном виде.
- 6) Презентации: по темам лекционных и практических занятий.

Глава 6

Вопросы итогового контроля

1. Объясните назначение, состав и функции СВРК, приведите схему данной системы.
2. Объясните взаимосвязь между процессами, протекающими в ядерных энергетических установках.
3. Приведите тепловые схемы ЯЭУ 1-,2-, 3-х контурные и укажите оборудование каждого контура.
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. Приведите классификацию первичных преобразователей измерения температуры на АЭС.
7. Объясните: назначение, устройство, принцип действия, применение, достоинства и недостатки термометров расширения.
8. Объясните: назначение, устройство, принцип действия, уравнение, маркировку и градуировку, а так же применение, достоинства и недостатки термометров сопротивления.
9. Объясните: назначение, устройство, принцип действия, уравнение, маркировку и градуировку, а так же применение, достоинства и недостатки термоэлектрических термометров.
10. Приведите схемы подсоединения термометров сопротивления ко вторичному измерительному преобразователю и объясните их преимущества и недостатки.
11. Объясните измерение температуры с помощью резисторного моста.
12. Объясните измерение температуры с помощью неуравновешенного моста.
13. Объясните измерение температуры с помощью уравновешенного моста.
14. Приведите схему автоматического уравновешенного моста и объясните ее принцип действия.
15. Объясните устройство, назначение и принцип действия многоточечного прибора для измерения температуры типа САКТ.
16. Приведите схемы и охарактеризуйте основные методы измерения ЭДС термопары, так же их достоинства и недостатки.
17. Объясните назначение, устройство и принцип действия автоматического потенциометра.
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 общие сведения об измерении давления и разряжения.
23. Объясните назначение, принцип действия и устройство жидкостных манометров.
24. Объясните назначение, принцип действия и устройство деформационных манометров, приведите примеры данных манометров.
25. Объясните устройство и принцип действия индукционного преобразователя.
26. Объясните назначение, устройство и принцип действия, приборов с дифференциально-трансформаторными преобразователями.
27. Объясните устройство и принцип действия тензорезистивных преобразователей.
28. Объясните устройство, назначение и принцип действия тензорезистивного преобразователя типа «Сапфир–22 ДА».
29. Объясните устройство, назначение и принцип действия тензорезистивного преобразователя типа «Сапфир–22 ДГ».
30. Объясните устройство, назначение и принцип действия тензорезистивного преобразователя типа «Сапфир–22 ДД».
31. Объясните устройство, назначение и принцип действия тензорезистивного преобразователя типа «Сапфир–22 ДИ».
32. Объясните устройство, назначение и принцип действия тензорезистивного преобразователя типа «Сапфир–22 ДиВ».
33. Приведите общие сведения об измерении расхода.
34. Приведите примеры расходомеров постоянного перепада давления, объясните их назначение и принцип действия.
35. Приведите примеры расходомеров переменного перепада давления, объясните их назначение и принцип действия.
36. Приведите требования к сужающим устройствам, схемы отбора и объясните правила монтажа СУ.
37. Объясните назначение, устройство и принцип действия турбинного расходомера. Приведите структурную схему данного расходомера.
38. Объясните назначение, устройство и принцип действия шарикового расходомера.
39. Объясните назначение, устройство и принцип действия электромагнитного расходомера. Приведите структурную схему данного расходомера.
40. Объясните методы измерения расхода или скорости перемещения жидкости ультразвуковыми расходомерами.
41. Приведите схему и объясните принцип действия частотного ультразвукового расходомера.
42. Приведите общие сведения об измерении уровня жидких сред.

43. Приведите примеры и охарактеризуйте устройство, принцип действия поплавковых уровнемеров (постоянного и переменного погружения).
44. Приведите примеры и охарактеризуйте устройство, принцип действия гидростатических уровнемеров (в открытом и закрытом резервуарах).
45. Приведите примеры и охарактеризуйте устройство, принцип действия пьезометрических уровнемеров.
46. Объясните устройство, назначение и принцип действия акустических и ультразвуковых уровнемеров.
47. Объясните устройство, назначение и принцип действия ёмкостных уровнемеров. Приведите их основные достоинства и недостатки.
48. Приведите и охарактеризуйте основные методы и средства измерения уровня сыпучих материалов.
49. Приведите методы, средства измерений влажности газов и объясните принцип их действия.
50. Приведите параметры, методы и средства измерений влажности твердых и сыпучих тел.
51. Объясните психрометрический метод измерения влажности газов.
52. Приведите пример и объясните устройство, назначение и принцип действия автоматического психрометра для измерения влажности газов.
53. Объясните устройство, назначение и принцип действия автоматического влагометра на основе метода «точки росы».
54. Объясните кондуктометрический метод измерения и анализа состава жидкостей.
55. Приведите электрогидравлическую структурную схему одноточечного варианта автоматического кондуктометра АК-310 и объясните принцип действия.
56. Объясните устройство, назначение и принцип действия солемера СС-1.
57. Объясните устройство, назначение и принцип действия кислородомера для определения количества кислорода, растворённого в воде.
58. Объясните устройство, назначение и принцип действия рН - метра для определения водородного показателя.
59. Приведите схему и объясните принцип действия BorAn™ PN 160-1.
60. Объясните передачу информации об измерении и выходные сигналы преобразователя BorAn™ PN 160-1.
61. Объясните устройство, назначение и принцип действия термокондуктометрических газоанализаторов.
62. Объясните устройство, назначение и принцип действия магнитных газоанализаторов.
63. Приведите схему и объясните принцип опико-акустического газоанализатора.
64. Приведите общие сведения об измерении сейсмовеличин.
65. Объясните устройство и принцип устройств контроля сейсмозащиты на АЭС.

66. Охарактеризуйте назначение, устройство и принцип действия сейсмополевых датчиков.
67. Объясните устройство, принцип действия системы СИАЗ.
68. Объясните принцип построения приборов контроля искривления технологических каналов на основе маятника.
69. Объясните принцип построения приборов контроля негоризонтальности главного разъема реактора на основе уровня жидкости.
70. Объясните назначение, состав, характеристики аппаратуры «ЛМЗ-97».
71. Объясните устройство, принцип действия аппаратуры «ЛМЗ-97».
72. Приведите и объясните структурная схема типового измерительного канала с прибором ИВВ-03 (03С), ИВ-208 и индикатором ВИ-208.
73. Объясните установку приборов ИВВ-03С в аппаратном шкафу.
74. Приведите и объясните общий вид прибора ИВВ-03С с лицевой стороны.
75. Приведите и объясните вид на типовой модуль-монитор прибора ИВВ-03С со стороны передней панели.
76. Объясните измерение и функции прибора ИВВ-03.
77. Приведите общие сведения об измерении ядерно-физических параметров реактора.
78. Объясните режимы работы реактора.
79. Объясните распределение диапазонов и средств контроля измерения мощности реактора.
80. Приведите и объясните структурную схему импульсного канала системы СУЗ.
81. Приведите и объясните структурную схему токового канала системы СУЗ.
82. Объясните схема и причины выбора места установки нейтронных датчиков за пределами АЗ ЯР.
83. Приведите общие сведения об ионизационных камерах.
84. Объясните устройство и принцип действия ионизационных камер.
85. Объясните вольт-амперные характеристики ионизационных камер.
86. Объясните особенности устройства и принцип действия ионизационных камер типа КНК.
87. Объясните особенности контроля энерговыделения в АЗ.
88. Приведите основные требования к внутриреакторным детекторам.
89. Объясните назначение, устройство и принцип действия электронно-эмиссионных преобразователей.
90. Приведите особенности применения различных материалов в качестве эмиттеров ДПЗ.
91. Приведите достоинства и недостатки, погрешность ДПЗ.
92. Объясните назначение и основные технические данные КНИ.
93. Объясните состав, конструктивные отличия и применение КНИ на АЭС.

94. Объясните особенности устройства и работы КНИ.
95. Приведите схему расположения детекторов и термопар в КНИ.
96. Объясните измерение тока детекторов КНИ.
97. Объясните введение поправки на ток линии связи КНИ.
98. Объясните корректировку изменения чувствительности детектора КНИ.
99. Определение тока, возникающего в линии связи детектора.
100. Объясните устройство и принцип действия газоразрядных счетчиков.
101. Объясните вольт-амперные характеристики газоразрядных счетчиков.
102. Объясните счетную характеристику газоразрядных счетчиков.
103. Перечислите щиты управления и объясните их назначение в организации управления энергоблоком.
104. Приведите общие положения о кодировке монтажных единиц АЭС.
105. Расшифруйте маркировку точек технологического контроля и приведите примеры ее использования.
106. Расшифруйте маркировку блокировок (защит) и приведите примеры ее использования.
107. Объясните особенности прокладки и эксплуатации импульсных линий.
108. Объясните особенности прокладки и эксплуатации кабельных линий.
109. Назначение, устройство кабельных и трубных проходов.
110. Объясните особенности продувки импульсных линий при их эксплуатации.
111. Расшифруйте маркировку импульсных линий.
112. Расшифруйте маркировку кабелей.
113. 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. Брагин В.А., Батенин И.В., Голованов М.Н. и др. Системы внутриреакторного контроля АЭС с реакторами ВВЭР. - М., Энергоатомиздат, 2007–128.с: ил.
2. Бурдун Г.Д. Справочник по международной системе единиц. – М.: Изд-во стандартов, 2008.
3. Глазков Б.В. Монтаж и наладка средств контроля температуры. – М.: Энергия, 2008.
4. Дмитриев А.Б. Малышев Е.К. - Нейтронные ионизационные камеры для реакторной техники. - М.: Атомиздат., -2015.
5. Зайцев С.А., Грибанов Д.Д., Толстов А.Н., Меркулов Р.В. Контрольно-измерительные приборы и инструменты. – М.: Издательский центр «Академия», 2002.
6. Кузнецова Н.И., Серова Н.В., Сборник лабораторных работ по дисциплине «Метрология, технологические измерения и приборы» Учебное пособие. -Севастополь: СНУЯЭиП, 2010. – 116 с.:ил.
7. 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)
8. 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)
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. Мансуров М.С. Сейсмология и сейсмометрия. - М., Знание, 2002.
12. Мартынова О.И. и другие. Химический контроль на тепловых и атомных электростанциях - М.: Энергия, 2009.
13. Мурин Г.А. Теплотехнические измерения. - М.: Энергия, 2009.
14. Обзорная информация. Сейсмостойкость и сейсмобезопасность сооружений и оборудования АЭС. - М., Информэнерго, 2008 – 56 с., ил.
15. Овчаренко В.М., Брацлавский И.А. Основы автоматизации производства и контрольно-измерительные приборы. – М.: Недра, 2004.
16. Попов А.Ф. Теплотехнический контроль на атомных электростанциях. – М.: Энергоатомиздат, 2006.
17. Плютинский В.И., Погорелов Б.И, Автоматическое управление и защита теплоэнергетических установок АЭС. - М., Энергоатомиздат, 2003
18. Проскуряков К.Н., Ионов Б.А. Нейтронно-физические методы диагностики ЯЭУ. - М.: Издательство МЭИ, 2004.
19. Степанов В.И., Яхваров Я.И., Иваньков В.М., Кузнецова Н.И. Измерительно-информационные системы. Часть 1. Севастополь: СНИЯЭиП, 2009-156 с.:ил.

20. Трофимов А.И. Приборы контроля ядерных энергетических установок. Учебное пособие по курсу «Приборы контроля ЯЭУ». - Обнинск: ОИАЭ, 2001.
21. Трофимов А.И., Виноградов С.А. Техника измерений искривления и диаметра технологических каналов ядерных реакторов, - Обнинск: ОИАЭ, 2004.
22. Хофманн Д. Техника измерений и обеспечение качества. - М.: Энергоатомиздат, 2013.
23. Чистяков С.Ф., Радун Д.В. Теплотехнические измерения и приборы. – М.: Высшая школа, 2002.
24. 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: СКУАЭиП, 2009.-56 с., ил.
25. Чуклин А.А., Тяпкина В.А., Мирошник Д.В. Средства измерений состава газа. Севастополь: СКУАЭиП, 2012.
26. Шальман М.П., Плютинский В.И. Контроль и управление на атомных электростанциях. – М.: Энергия, 2009.
27. Технические описания и инструкции по эксплуатации средств измерения технологических параметров.