

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра автоматики и
вычислительной техники

**Б1.О.19 МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ**

*Методические указания к самостоятельной работе
по направлению подготовки*

*13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (уровень бакалавриата), профиль
подготовки «Энергообеспечение предприятий»*

Мурманск
2020

Составитель – Кайченев Александр Вячеславович, канд. техн. наук, доцент
кафедры автоматики и вычислительной техники ФГБОУ ВО
«Мурманский государственный технический университет»

Методические указания рассмотрены и одобрены кафедрой автоматики и
вычислительной техники

Рецензент – Власов Александр Валентинович, канд. техн. наук, доцент
кафедры автоматики и вычислительной техники Мурманского
государственного технического университета

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	5
ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН.....	6
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	6
СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ	6
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	13

Введение

Самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студентов).

Самостоятельная работа студентов (далее – СРС) в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности студента. СРС играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения. Обучение в ВУЗе включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому СРС должна стать эффективной и целенаправленной работой студента.

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в практических занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом СРС играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

В процессе самостоятельной работы студент приобретает навыки самоорганизации, самоконтроля, самоуправления, саморефлексии и становится активным самостоятельным субъектом учебной деятельности.

Формы самостоятельной работы студентов разнообразны. Они включают в себя:

- изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств официальной, статистической, периодической и научной информации;
- подготовку докладов и рефератов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ;
- участие в работе студенческих конференций, комплексных научных исследованиях.

Самостоятельная работа приобщает студентов к научному творчеству, поиску и решению актуальных современных проблем.

Основной формой самостоятельной работы студента является изучение конспекта лекций, их дополнение, рекомендованной литературы, активное участие на практических и лабораторных занятиях.

Методические указания предназначены для бакалавров по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (профиль Энергообеспечение предприятий), изучающих дисциплину Б1.О.20 Метрологическое обеспечение технологических процессов. В методических указаниях приведены основные сведения о компетенциях, закрепляемых в ходе изучения дисциплины, планируемых результатах обучения, список литературы для самостоятельного ознакомления, а также список тем дисциплины и вопросы для самопроверки.

Общие организационно-методические указания

В соответствии с программой бакалавриата и рабочим учебным планом направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (профиль Энергообеспечение предприятий), задачи изложения и изучения дисциплины – формирование знаний о методах и технических средствах обеспечения автоматизации теплоэнергетических установок; изучение теоретических основ управления сложными теплоэнергетическими процессами на базе современных технических средств; формирование знаний о методах и приемах решения конкретных инженерных задач, связанных с разработкой отдельных подсистем АСУ теплоэнергетическими процессами.

Число часов, отведенных учебным планом направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (профиль Энергообеспечение предприятий), составляет 72 ч. (очная форма – 32 ч. аудиторных, 40 ч. самостоятельная работа; очно-заочная форма – 16 ч. аудиторных, 56 ч. самостоятельная работа; заочная форма – 8 ч. аудиторных, 60 ч. самостоятельная работа, 4 часа на подготовку к промежуточной аттестации). На изучение данной дисциплины отведен один семестр (две сессии – заочная форма обучения).

Формируемые в результате обучения компетенции приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, формируемые дисциплиной

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции
1	ОПК-2	Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач

Результаты формирования компетенций и планируемые результаты обучения представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Планируемые результаты обучения

№ п/п	Код и содержание компетенции	Степень реализации компетенции	Индикаторы сформированности компетенций
1.	ОПК-2. Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	Компетенция реализуется в части «Способен применять ... методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач».	ОПК-2.4. Демонстрирует понимание основ автоматического управления и регулирования

Методические указания содержат перечень тем для самостоятельной подготовки, список рекомендуемой литературы, которая понадобится бакалавру для овладения учебным материалом, а также вопросы для самостоятельного контроля знаний по каждой теме.

Тематический план

Содержание разделов (модулей), тем дисциплины	Количество часов, выделяемых на виды учебной работы по формам обучения											
	Очная				Очно-заочная				Заочная			
	Л	ЛР	ПР	СР	Л	ЛР	ПР	СР	Л	ЛР	ПР	СР
Тема 1 Государственная система приборов и средств автоматизации.	4	-	-	8	2	-	-	13	2	-	4	14
Тема 2 Способы измерения и промышленные преобразователи температуры и влажности.	4	16	-	8	2	8	-	13	-	2	-	14
Тема 3 Способы измерения и промышленные преобразователи давления.	4	-	-	8	2	-	-	10	-	-	-	12
Тема 4 Способы измерения и промышленные преобразователи уровня и расхода.	2	-	-	8	1	-	-	10	-	-	-	10
Тема 5 Способы измерения и промышленные преобразователи частоты вращения и момента.	2	-	-	8	1	-	-	10	-	-	-	10
Итого:	16	16	-	40	8	8	-	56	2	2	4	60

Список рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Автоматическое управление расходом, давлением и уровнем жидкости: учебное пособие / М.А. Корнипаев, А.И. Сергеев, Л.В. Галина, Д.А. Проскурин; Министерство образования и науки Российской Федерации, Оренбургский Государственный Университет. - Оренбург: ОГУ, 2016. - 131 с.: ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7410-1491-2; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468837> (15.01.2019).

2. Волегов, А.С. Электронные средства измерений электрических величин: учебное пособие / А.С. Волегов, Д.С. Незнахин, Е.А. Степанова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. - Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014. - 105 с.: ил., табл., схем. - ISBN 978-5-7996-1330-3; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275824> (15.01.2019).

3. Дресвянников, А.Ф. Физические основы измерений: учебное пособие / А.Ф. Дресвянников, Е.А. Ермолаева, Е.В. Петрова; Федеральное агентство по образованию, Государственное образовательное учреждение Высшего профессионального образования Казанский государственный технологический университет. - Казань: КГТУ, 2008. - 305 с.: ил., табл., схем. - ISBN 978-5-7882-0562-5; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258871> (15.01.2019).

Дополнительная литература

1. Романова, Л.А. Метрологические основы поверки и калибровки средств электрических измерений: учебное пособие / Л.А. Романова; Академия стандартизации, метрологии и сертификации. - Москва: АСМС, 2014. - 84 с.: ил., табл., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-93088-153-0; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275595> (15.01.2019).

Содержание и методические указания к изучению тем дисциплины и подготовке к промежуточной аттестации

Рекомендуется при подготовке к экзамену опираться на следующий план:

- Просмотреть программу курса, с целью выявления наиболее проблемных тем, вопросов, которые могут вызвать трудности при подготовке к промежуточной аттестации.
- Темы необходимо изучать последовательно, внимательно обращая внимание на описание вопросов, которые раскрывают ее содержание. Начинать необходимо с первой темы.
- После работы над темой необходимо ответить на вопросы для самопроверки.

Вопросы для самопроверки:

Тема 1. Государственная система приборов и средств автоматизации.

Вопросы для самопроверки:

1. Общие сведения об измерениях. Методы измерений.
2. Погрешности измерений и источники их появления.
3. Меры и измерительные приборы. Классификация измерительных приборов.
4. Метрологические характеристики приборов.
5. Выбор измерительных приборов..
6. Поверка рабочих приборов.
7. Классификация приборов для измерения температуры.
8. Классификация приборов для измерения давления.
9. Классификация приборов для измерения расхода.
10. Классификация приборов для измерения уровня
11. Дайте определение понятиям «измерение», «метод измерений» и «средство измерений».
12. Перечислите основные виды измерений.
13. Перечислите основные методы измерений.
14. Что относится к основным характеристикам измерений?
15. В чем состоит отличие прямых измерений от косвенных?
16. Приведите пример совокупных и совместных измерений.
17. Приведите классификацию средств измерений.
18. Что такое первичный измерительный преобразователь?
19. Назовите основные схематические принципы построения ГСП.
20. На какие группы разделяются устройства ГСП по функциональному признаку?
21. Для чего предназначены нормирующие преобразователи?
22. Что такое метрологическая характеристика средств измерений?
23. Перечислите основные нормируемые метрологические характеристики средств измерений.

24. Приведите классификацию средств измерений.
25. По какой формуле рассчитывается относительная погрешность средства измерений?
26. Что характеризует класс точности прибора?
27. Дайте определение понятию «информационно-измерительная система».
28. Укажите назначение информационно-измерительной системы.
29. Укажите основные компоненты информационно-измерительных систем.
30. Как классифицируются информационно-измерительные системы по функциональному назначению?
31. Как классифицируются измерительные системы?
32. Чем отличаются активные измерительные системы от пассивных?
33. Что такое поверка средств измерений?
34. Укажите основные виды поверок.

Тема 2 Способы измерения и промышленные преобразователи температуры и влажности.

Вопросы для самопроверки:

1. Дайте определение понятию «температура».
2. Перечислите основные виды температурных шкал.
3. Что такое реперная точка?
4. Приведите классификацию средств измерения температуры.
5. В чем состоит принцип действия жидкостных термометров?
6. Чем отличаются биметаллические термометры от дилатометрических?
7. Укажите основные конструктивные части манометрических термометров?
8. Укажите типы манометрических термометров.
9. У какого типа манометрических термометров самая большая инерционность и почему?
10. Укажите зависимость, по которой изменяется давление в газовом манометрическом термометре от температуры.
11. Дайте определение понятию «термоэлектрический эффект».
12. Поясните принцип действия термопары.
13. Укажите основное уравнение термопары.
14. Что такое холодный и горячий спай термопары?
15. Докажите, что включение третьего проводника в цепь термопары не влияет на результат измерений.
16. Как подбираются компенсационные термоэлектродные провода для термопары?
17. Укажите способы для введения поправки на температуру свободных концов термопары.
18. Назовите основные термоэлектродные материалы и типы термопар.
19. У какого из типов термопар градуировочная характеристика близка к линейной?

20. Поясните конструкцию стандартной термопары.
21. Что такое термопарный кабель?
22. Укажите основные источники погрешности при измерении температуры с помощью термопар.
23. Поясните конструкцию милливольтметра?
24. От каких величин зависит угол поворота рамки милливольтметра?
25. Укажите основные типы потенциометров.
26. Поясните принцип действия потенциометра постоянного тока.
27. Что такое реохорд?
28. Для чего применяют нормирующие преобразователи?
29. Поясните принцип действия термометра сопротивления.
30. Назовите основные материалы для изготовления термометров сопротивления.
31. Поясните конструкцию термометра сопротивления.
32. Какой из термометров сопротивления имеет наибольший диапазон измерения?
33. Какие вторичные приборы могут работать в комплекте с термометром сопротивления?
34. Поясните принцип действия логометра.
35. Почему показания логометра не зависят от колебаний напряжения источника питания?
36. Поясните принцип действия уравновешенного моста.
37. В чем состоит преимущество трехпроводной схемы подключения термометра сопротивления относительно двухпроводной.
38. Перечислите бесконтактные методы измерения температуры.
39. Назовите преимущества бесконтактных методов измерения температуры.
40. Какие виды излучений испускает нагретое тело?
41. Какой из типов пирометров измеряет яркостную температуру тела?
42. Поясните принцип действия квазимонохроматического пирометра.
43. Укажите основные преимущества цветковых пирометров.
44. Поясните принцип действия пирометра спектрального отношения.
45. Что такое радиационная температура?
46. Поясните принцип действия пирометра полного излучения.
47. Что такое тепловизоры?
48. Поясните принцип действия тепловизора.

Тема 3 Способы измерения и промышленные преобразователи давления.

Вопросы для самопроверки:

1. Какие существуют единицы измерения давления?
2. Как классифицируются средства измерения давления?
3. Как классифицируются манометры?
4. Что такое измерительный преобразователь давления и какие преобразователи вы знаете?

5. Что произойдет, если U-образный манометр соединить с полостью, давление в которой ниже атмосферного?
6. От чего зависит погрешность чашечного манометра?
7. Что является чувствительным элементом в деформационных приборах?
8. Назовите недостатки мембранных и сильфонных чувствительных элементов приборов.
9. Сравните коэффициенты преобразования мембраны, мембранной коробки, мембранного блока.
10. Основной критерий выбора деформационных преобразователей давления для измерений?
11. Выйдет ли из строя мембранный блок дифманометра, если перепад давления на нем превысит верхний предел измерения?
12. Почему в мембранном разделителе нельзя применять жесткую мембрану?
13. Что такое коэффициент запаса деформационного чувствительного элемента?
14. Что такое жесткость сильфона?
15. Где должен быть расположен манометр по отношению к месту отбора, если измеряемая среда - жидкость?
16. Можно ли дифманометром измерить давление, разрежение?
17. Какие электрические датчики давления вы знаете?
18. На чем основан принцип действия пьезоэлектрических датчиков давления? Емкостных датчиков давления?
19. Что лежит в основе работы тензорезисторных преобразователей?
20. Какие существуют тензорезисторные преобразователи?
21. Принцип действия грузопоршневого манометра?
22. Область применения грузопоршневых манометров?
23. Из каких измерительных преобразователей можно составить измерительную цепь для передачи результатов измерения на щит оператора при нормальных условиях производства? В условиях взрывоопасного производства?

Тема 4 Способы измерения и промышленные преобразователи уровня и расхода.

Вопросы для самопроверки:

1. Как классифицируются счетчики по принципу действия?
2. Назовите основные характеристики счетчиков.
3. На чем основан принцип действия объемных счетчиков?
4. Чем определяется количество жидкости, прошедшей через скоростной счетчик?
5. Чем отличаются барабанный и ротационный газовые счетчики?
6. Где применяются насосы-дозаторы?
7. Какие сужающие устройства относятся к стандартным?
8. По какой зависимости определяется объемный расход по методу переменного перепада давления?

9. Что учитывает коэффициент расхода в методе переменного перепада давления?
10. Какое из стандартных сужающих устройств дает больший перепад давления при одном и том же расходе?
11. Линейна ли зависимость разности давления до и после диафрагмы от измеряемого расхода?
12. Где наблюдается минимальное давление при измерении расхода методом переменного перепада давления?
13. Что входит в комплект расходомера переменного перепада давления?
14. Будет ли работать ротаметр, если в нем конусную трубку заменить цилиндрической?
15. Почему перепад давления не зависит от положения поплавка ротаметра и постоянен?
16. Линейна ли зависимость положения поплавка ротаметра от измеряемого расхода?
17. Назовите преимущества измерения расхода бесконтактными методами перед контактными.
18. Почему электромагнитным расходомером нельзя измерять расход неэлектропроводной жидкости?
19. Назовите основные недостатки электромагнитного расходомера с постоянным магнитным полем.
20. Может ли ультразвуковой расходомер измерить расход неэлектропроводной жидкости?
21. Что является мерой расхода в ультразвуковом расходомере?
22. На каком законе основана работа расходомеров Кориолиса?
23. Что входит в комплект расходомера Кориолиса?
24. Что является мерой расхода в кориолисовом расходомере?
25. На каком принципе основана работа вихреакустического расходомера?
26. Назовите область применения вихреакустических расходомеров.
27. Назовите основные отличия вихревых от вихреакустических расходомеров.
28. Назовите области применения калориметрических расходомеров.
29. От каких переменных зависит массовый расход в калориметрическом расходомере?

Тема 5 Способы измерения и промышленные преобразователи частоты вращения и момента.

Вопросы для самопроверки:

1. На какие основные группы делятся приборы для измерения уровня?
2. Как классифицируются приборы для измерения уровня по принципу действия?
3. На каком принципе основана работа визуальных уровнемеров?

4. Повлияет ли избыточное давление в емкости на показания буйкового уровнемера?
5. Повлияет ли избыточное давление в емкости на показания емкостного уровнемера?
6. На чем основано измерение уровня радиоизотопным уровнемером?
7. Какие свойства измеряемой жидкости оказывают влияние на результат измерения поплавкового уровнемера? Буйкового уровнемера? Радиоизотопного уровнемера?
8. Чем ограничен диапазон измерения буйкового уровнемера?
9. Какие приборы могут быть использованы для измерения уровня гидростатическим способом и почему?
10. Каково назначение уравнительного сосуда при гидростатическом способе измерения уровня?
11. На чем основано действие пьезометрического уровнемера?
12. В каких случаях приходится применять бесконтактные уровнемеры?
13. В чем преимущество радиоизотопных уровнемеров? Недостатки?
14. Какие свойства контролируемой среды используются в электрических уровнемерах?
15. В каких случаях нельзя применять радиоизотопные уровнемеры?
16. Влияют ли на результат измерения уровня ультразвуковым методом химические и физические свойства среды?
17. Из каких элементов состоит радарный уровнемер?
18. В чем состоит отличие технологии FMCW от импульсной в радарных системах контроля уровня?
19. Поясните принцип действия волноводного уровнемера.
20. В чем состоит основное отличие радарного уровнемера от волноводного?
21. Какие вы знаете сигнализаторы уровня?
22. На чем основан принцип поплавкового сигнализатора? Вибрационного? Кондуктометрического? Емкостного?

Список источников: 1-4.

Заключение

Настоящие методические указания предназначены для использования бакалаврами в ходе изучения дисциплины. Работа с данным материалом предполагается в течение всей продолжительности изучения дисциплины. Выполнение приведенных рекомендаций способствует устойчивому закреплению требуемых компетенций.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Мурманский государственный технический
университет»

Кафедра автоматики и
вычислительной техники

Самостоятельная работа
по дисциплине Б1.О.20
Метрологическое обеспечение
технологических процессов

Методические указания для бакалавров по
направлению подготовки 13.03.01
«Теплоэнергетика и теплотехника»,
профиль Энергообеспечение предприятий

Мурманск
2019

Составитель:

Кайченев Александр Вячеславович,
канд. техн. наук, доцент кафедры автоматики
и вычислительной техники ФГБОУ ВО
«Мурманский государственный технический
университет»

Методические указания рассмотрены и
одобрены кафедрой автоматики и
вычислительной техники 16 января 2019 г.,
протокол № 5

Власов Александр Валентинович, канд. техн.
наук, доцент кафедры автоматики и
вычислительной техники Мурманского
государственного технического университета

*Электронное издание подготовлено в
авторской редакции*

Мурманский государственный технический университет
183010, Мурманск, ул. Спортивная д. 13 тел. (8152) 25-40-72

© Мурманский государственный
технический университет, 2019