

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского
Кафедра энергообеспечения и теплотехники

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И ПРИБОРЫ

Методические указания и контрольные задания
для студентов высших аграрных учебных заведений,
обучающихся в магистратуре по направлению подготовки
13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

УДК 681.121.08(072)

Т 343

Печатается по решению методического совета энергетического факультета Иркутского ГАУ (протокол № 5 от 19 января 2021 г.).

Составитель: Очиров В.Д.

Рецензент: доцент кафедры технического сервиса и общеинженерных дисциплин Иркутского ГАУ, канд. техн. наук Шистеев А.В.

Теплотехнические измерения и приборы : методические указания и контрольные задания для студентов высших аграрных учебных заведений, обучающихся в магистратуре по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника / Иркут. гос. агр. ун-т им. А. А. Ежевского ; сост.: В. Д. Очиров. – Молодежный : Изд-во ИрГАУ, 2021. – 17 с. – Текст : электронный.

Методические указания предназначены для самостоятельного изучения дисциплины «Теплотехнические измерения и приборы» с выполнением контрольной работы. Содержат основные положения рабочей программы.

Для студентов очной и заочной форм обучения, обучающихся в магистратуре по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

При подготовке методических указаний и контрольных заданий по дисциплине «Теплотехнические измерения и приборы» использованы материалы изданий [1-8].

© Очиров В.Д., 2021

© Иркутский ГАУ им. А. А. Ежевского, 2021

1 Цель и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – изложение основных сведений по методике теплотехнических измерений, принципам действия, устройству, назначению и правилам выбора, установки и поверки измерительных приборов, находящихся применение в теплоэнергетической промышленности.

Основные задачи освоения дисциплины:

- изучение методов измерения теплотехнических параметров;
- изучение принципов действия, схем и конструкций современных технических средств измерения, особенностей их применения в теплоэнергетике.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теплотехнические измерения и приборы» находится в части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 учебного плана по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника. Дисциплина изучается: очная форма обучения – 1 курс 1 семестр; заочная форма обучения – 2 курс.

3 Требования к условиям реализации дисциплины

Изучение данной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

- способность определить потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, обосновывать мероприятия по экономии энергоресурсов, разрабатывать нормы их расхода, рассчитывать потребности производства в энергоресурсах;
- способность применять методы и средства автоматизированных систем управления технологическими процессами в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях.

4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (з.е.) – 108 часов (таблица 4.1). Вид отчетности – зачет.

Таблица 4.1

Вид учебной работы	Форма обучения, часов / з.е.	
	очная	заочная
Общая трудоемкость дисциплины	108/3	108/3
Контактная работа обучающихся с преподавателем	16	12
в том числе: лекции (Л)	8	6
практические занятия (ПЗ)	8	6
Самостоятельная работа (СР):	92	96
Контрольная работа (реферат)	10	10
Самостоятельное изучение разделов	74	80
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебной литературы, подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.)	8	6

5 Тематический план лекций и практических занятий

Таблица 5.1

№ п/п	Раздел, тема, содержание дисциплины	Виды учебных занятий, час					
		Очная форма обучения			Заочная форма обучения		
		Л	ПЗ	СР	Л	ПЗ	СР
1	<i>Основные принципы теплотехнических измерений.</i> Характеристика приборов и методов измерений. Погрешности измерений. Система надзора за измерительной техникой. Теплотехнический контроль на электростанциях.	2	2	23	1	1	25
2	<i>Измерение температуры, давления и разряжения.</i> Методы измерения температуры и температурные шкалы. Термометры. Манометры. Пирометры. Тепловизоры. Единицы и методы измерения давления и разряжения. Вакуумметры. Барометры.	2	2	23	2	2	23
3	<i>Измерение количества, расхода и уровня.</i> Единицы и методы измерения количества и расхода. Расходомеры. Счетчики. Ротаметры. Весы. Уровнемеры. Указатели уровня жидкости.	2	2	23	2	2	23
4	<i>Анализ дымовых газов. Определение качества воды и пара.</i> Контроль состава дымовых газов. Газоанализаторы. Методы определения качества воды и пара. Солемеры. Кислородомеры. Жесткомеры.	2	2	23	1	1	25
ИТОГО		8	8	92	6	6	96

6 Общесистемные условия при освоении дисциплины

Кафедра энергообеспечения и теплотехники располагает материально-техническим обеспечением для реализации дисциплины. Каждый обучающийся обеспечен неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) Иркутского ГАУ из любой точки, в которой имеется доступ к сети «Интернет», как на территории Иркутского ГАУ, так и вне ее.

ЭИОС обеспечивает:

- доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин, программам практик, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах дисциплин, программах практик;
- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы.

В случае реализации программы с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий ЭИОС дополнительно обеспечивает:

- фиксацию хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения программы бакалавриата;
- проведение учебных занятий, процедур оценки результатов обучения, реализация которых предусмотрена с применением дистанционных образовательных технологий;
- взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное или асинхронное взаимодействие посредством сети «Интернет».

Каждому студенту при поступлении на первый курс деканатом энергетического факультета выдается индивидуальный логин и пароль для работы в ЭИОС, которыми студент пользуется в течении всего периода обучения.

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для обеспечения проведения лекций и практических занятий кафедра энергообеспечения и теплотехники располагает необходимой материально-технической базой, соответствующей действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам. Помещения кафедры представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся в университете оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ЭИОС Иркутского ГАУ.

Иркутский ГАУ обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав определен рабочей программой дисциплины и подлежит обновлению при необходимости).

8 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Для изучения дисциплины библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих дисциплину.

Каждому студенту обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (имеется в наличии в библиотеке Иркутского ГАУ):

1. Бочкарев В.А., Нечаев В.В. Теплогенерирующие установки: учебное пособие для выполнения курсового и дипломного проектов по спец. дисциплинам «Теплогенерирующие установки и теплотехнические измерения»: для самостоят. работы студентов вузов. Иркут. гос. с.-х. акад. Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2008. 105 с.

2. Ковалев Г.Ф. Температурный (тепловизионный) контроль электрооборудования в системах сельского электроснабжения: учебно-методическое пособие. Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2003. 60 с.

3. Сажин С.Г. Приборы контроля состава и качества технологических сред [Электронный ресурс] / Электрон. текстовые дан. Москва: Лань, 2012. 432 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3552. – ISBN 978-5-8114-1237-2.

4. Сапожников С.З., Митяков В.Ю., Митяков А.В. Основы градиентной теплотрии / Электрон. текстовые дан. Санкт-Петербург: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. 203 с. Режим доступа: <http://rucont.ru/efd/266906>. ISBN 978-5-7422-3854-6.

5. Семенов Б.А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях [Электронный ресурс] / Электрон. текстовые дан. Москва: Лань, 2013. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=5107.

6. Теплотехника и теплоэнергетика: справочник: в 4 кн. / под ред. А.В. Клименко, В.М. Зорина. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во МЭИ, 2001. Кн. 2: Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент. 561 с.

Рекомендуемые рецензируемые научные издания:

Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика

Вестник Ивановского государственного энергетического университета

Вестник Иркутского государственного технического университета

Вестник Казанского государственного энергетического университета

Вестник Московского энергетического института

Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Энергетика»

Журнал Сибирского федерального университета. Техника и технологии

Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики

Известия Российской академии наук. Энергетика

Теплоэнергетика

Энергетик

Энергобезопасность и энергосбережение

Энергосбережение и водоподготовка

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

<https://vak.minobrnauki.gov.ru/> – Высшая аттестационная комиссия при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации (раздел «Объявление о защитах»).

<https://www.elibrary.ru/> – Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.

<http://www1.fips.ru> – ФГБУ Федеральный институт промышленной собственности.

<http://diss.rsl.ru/> – Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки.

<http://minenergo.gov.ru> – Министерство энергетики РФ.

9 Самостоятельная работа

Самостоятельная работа включает в себя: написание двух рефератов, ответы на контрольные вопросы, решение задач, тестовые задания, самостоятельное изучение разделов и самоподготовка.

Для написания реферата студент выбирает номер варианта по соответствующим двум последним цифрам его зачетной книжки в таблице 3.1.

Таблица 9.1 – Темы рефератов

Предпоследняя цифра шифра	Тема	Последняя цифра шифра	Тема
0	Анемометры	0	Барометры
1	Виброметры	1	Вакуумметры
2	Газоанализаторы	2	Гигрометры
3	Дымомеры	3	Жесткомеры
4	Калориметры	4	Манометры
5	Пирометры	5	Планиметры
6	Расходомеры	6	Ротаметры
7	Тахометры	7	Теплосчетчики
8	Тепловизоры	8	Термографы
9	Термометры	9	Уровнемеры

Структура реферата:

1. Титульный лист.
2. Содержание.
3. Введение.
4. Основной текст.
5. Выводы по реферату.
6. Список использованной литературы.

Рефераты, выполненные по чужому варианту, к рассмотрению не принимаются.

9.1 Решение задач

При решении задач необходимо соблюдать следующие требования:

- обязательно записать условия задачи;
- решение сопровождать кратким пояснительным текстом, в котором должно быть указано, какая величина определяется и, по какой формуле, какие величины подставляются в формулу (из условия задачи, из справочника, определена ранее и т. д.);
- вычисления давать в развернутом виде;
- обязательно проставлять размерности всех заданных и расчетных величин в международной системе СИ;
- графический материал должен быть выполнен четко в масштабе.

Точность вычислений зависит от точности заданных величин или выбранных исходных данных, но в общем случае не следует стремиться к точности выше, чем 0,5%.

Перечень типовых задач [4, 5, 8]:

1. В воздухоподогреватель парового котла подается вентилятором 100000 м³/ч воздуха при температуре 30 °С. Определить объемный расход воздуха на выходе из воздухоподогревателя, если нагрев его производится до 400 °С при постоянном давлении.

2. Вискозиметр измеряет время, за которое вытекает из трубы данное количество жидкости, имеющей плотность и вязкость. Какие еще переменные необходимы? Покажите, что для данного прибора время вытекания жидкости является лишь функцией кинематической вязкости.

3. Весовой дозатор показывает расход, равный 6,8 кг воды в 1 мин, а объемный расходомер, установленный в том же трубопроводе, показывает 7,65 дм³/мин. Найдите степень нарушения баланса и относительную ошибку, полагая, что показания весового дозатора точны

4. Давление в паровом котле $p = 0,4$ бар при атмосферном давлении $p_{\text{атм1}} = 725$ мм рт. ст. Чему будет равно избыточное давление в котле, если атмосферное давление повысится до $p_{\text{атм1}} = 785$ мм рт. ст., а состояние пара в котле останется прежним? Атмосферное давление приведено к 0°.

5. Давление воздуха по ртутному барометру равно 750 мм при 0 °С. Выразить это давление в барах и Н/м².

6. Датчик давления с присоединенным к нему измерителем деформации используется для измерения давления на крышке цилиндра. Небольшой магнит на соединительном стержне размыкает электрическую цепь и вырабатывает сигнал, пропорциональный положению поршня или объему цилиндра. Как следует регистрировать эти данные, чтобы получить мощность двигателя при каждом рабочем такте как функцию времени?

7. Дутьевой вентилятор подает в топку парового котла 100000 м³/ч воздуха при температуре 250 °С и давлении 150000 мм вод. ст. Атмосферное давление воздуха в помещении $p_{\text{атм}} = 750$ мм рт. ст. Определить часовую производительность вентилятора в м³ (при нормальных условиях).

8. Дымовые газы, образовавшиеся в топке парового котла, охлаждаются с 1200 до 250 °С. Во сколько раз уменьшается их объем, если давление газов в начале и в конце газоходов одинаково?

9. Избыточное давление в паропроводе равно 1,25 бар. Определить абсолютное давление пара, если показание ртутного барометра, приведенное к температуре 0 °С, составляет 750 мм рт. ст.

10. Какова ошибка в определении вязкости, удельной теплоемкости, теплопроводности и плотности воды при температуре 38 °С, если ошибка в определении температуры составляет $\pm 1,1$ °С. Решите эту же задачу для воздуха при атмосферном давлении 0,989 кг/см³. Необходимые данные для воды и воздуха возьмите из таблиц или графиков, имеющих в учебниках

11. Определить абсолютное давление пара в котельном агрегате, если манометр показывает $p = 1,3$ бар, а атмосферное давление $p_{\text{атм}} = 680$ мм рт. ст. при $t = 25$ °С.

12. Определить массовый состав газовой смеси, состоящей из углекислого газа и азота, если известно, что парциальное давление углекислого газа составляет 1,2 бар, а давление смеси – 3 бар.

13. При проверке работы центробежного масляного вакуумного насоса обычно строится график, показывающий зависимость коэффициента полезного действия и входной или выходной мощности от производительности при постоянном числе оборотов. Применяя анализ размерностей, и рассматривая диаметр рабочего колеса насоса, найдите безразмерные комбинации, содержащие величины: потребляемую мощность, выходную мощность и коэффициент полезного действия как функции расхода, числа оборотов рабочего колеса в минуту, плотности жидкости, перепада давления, размеров рабочего колеса и т.д.

14. По трубопроводу протекает $10 \text{ м}^3/\text{с}$ кислорода при температуре $t = 127$ °С и давлении $p = 4$ бар. Определить массовый расход газа в секунду.

15. Показания пирометра полного излучения равны 1400 °С. Определить действительную температуру вещества, если коэффициент черноты интегрального излучения равен 0,92.

16. Расход воды через треугольный водослив пропорционален напору в степени 3. Если среднее квадратичное отклонение составляет 4% абсолютного значения, то какой будет ошибка в определении расхода, если все остальные величины измерены точно?

17. С помощью парового калориметра измеряются давление и температура дросселированного пара. Зарегистрировано давление, равное $1,055 \text{ кГ/см}^2$, и температура 115 °С. Кроме того, установлено, что максимальная неопределенность при измерении давления составляет $0,014 \text{ кГ/см}^2$, а при измерении температуры 2,8 °С. Последняя величина обусловлена невозможностью обеспечить надежную теплоизоляцию калориметра. Какой будет максимальная неопределенность табличных значений энтальпии?

18. С помощью электромагнитного расходомера получено большое число отсчетов, при этом известно, что расход постоянен и составляет 23 кг/с. Половина полученных отсчетов лежит в интервале от 21,8 до 24,2 кг/с. Данные, нанесенные на вероятностную бумагу, образуют прямую, проходящую через соответствующую точку. Найдите h для данного прибора. Если расходомер показывает 20 кг/с (при фактическом расходе 23 кг/с), то прозвучит сигнал тревоги. Если расход проверяется автоматически четыре раза в сутки, то сколько раз прозвучит сигнал тревоги за 30 дней? Каким должно быть значение h , чтобы уменьшить число ложных сигналов тревоги в два раза?

19. Уравнение $R = R_0(1 + \alpha t)$ выражает зависимость сопротивления от температуры, где R_0 и α – постоянные, которые необходимо определить экспериментальным путем. Если $R = 10,3$ Ом при $t = 10$ °С и $R = 11,7$ Ом при $t = 66$ °С, $p_r = \pm 0,1$ Ом и $p_t = \pm 0,7$ °С, то какова ошибка в определении R_0 и α ?

20. Яркостная температура по показанию пирометра частичного излучения равна 1200 °С. Определить действительную температуру тела, если измерение производится в лучах с длиной волны 0,65 мкм, а коэффициент черноты монохроматического излучения тела равен 0,9.

9.2 Тестовые задания [6]

При прохождении тестового контроля студенту необходимо указать букву правильного ответа.

1. *Активные физические величины измеряют:*

- а) непосредственно
- б) путем преобразования в пассивные величины
- в) путем преобразования в интенсивные величины
- г) путем преобразования в экстенсивные величины

2. *Погрешность средства измерения, обусловленная изменением входного сигнала за время измерения, является:*

- а) динамической погрешностью
- б) статической погрешностью
- в) случайно погрешностью
- г) относительной погрешностью
- д) систематической погрешностью

3. *Поправка применяется для исключения:*

- а) динамической погрешности
- б) систематической погрешности
- в) погрешности метода измерения
- г) относительной погрешности
- д) случайной погрешности

4. *Цена деления шкалы средства измерения это:*

- а) размерность значений величины, соответствующих двум отметкам шкалы
- б) наименьшее значение измеряемой величины
- в) стоимость градуировки средства измерения
- г) показатель линейности шкалы

5. *Приставки гига и мега служат для образования:*

- а) дольных единиц
- б) кратных единиц
- в) относительных единиц
- г) абсолютных величин
- д) производных величин

6. *Манометрический термометр предназначен для измерения:*

- а) давления
- б) разности давления
- в) температуры
- г) разряжения

7. *Пассивные физические величины измеряют:*

- а) непосредственно

- б) путем преобразования в активные величины
- в) путем преобразования в пассивные величины
- г) путем преобразования в интенсивные величины

8. По характеру представления результатов измерения подразделяют на:

- а) равноточные и неравноточные
- б) статические и динамические
- в) абсолютные и относительные
- г) прямые и косвенные

9. Точность средства измерений это:

- а) класс его точности
- б) качественная характеристика
- в) среднеарифметическая погрешность
- г) среднеквадратичная погрешность

10. Измерения при помощи эталонов соответствуют:

- а) метрологическим
- б) техническим
- в) относительным
- г) фундаментальным

11. Одновременные измерения двух или более одноименных величин, производимые для установления функциональной зависимости между ними, являются:

- а) совместными
- б) совокупными
- в) метрологическими
- г) статическими

12. Для установления зависимости сопротивления от температуры $R = R_0(1 + \alpha t)$ необходимо провести:

- а) прямые измерения сопротивления и температуры
- б) косвенные измерения сопротивления и температуры
- в) совместные измерения сопротивления и температуры
- г) совокупные измерения сопротивления и температуры

13. Метод измерения, в котором результат воздействия величин на прибор сравнения доводят до нуля, называют:

- а) дифференциальным методом
- б) методом замещения
- в) нулевым методом
- г) методы совпадения

14. Проводимые одновременно измерения двух или более неоднородных величин для нахождения зависимости между ними называют:

- а) относительными
- б) совместными
- в) совокупными
- г) косвенными

15. Эталон, предназначенный для передачи размеров единиц рабочим эталоном, называют:

- а) эталоном-копией
- б) эталоном сравнения
- в) государственным эталоном
- г) специальным эталоном

16. *Правильность измерений – это качество измерений, отражающее:*

- а) близость к нулю систематических погрешностей
- б) близость к нулю случайных погрешностей
- в) равенство нулю грубых погрешностей
- г) равенство нулю случайных погрешностей
- д) отсутствие промахов

17. *Достоверность измерений – это качество измерений, отражающее близость:*

- а) к нулю случайных погрешностей
- б) к нулю систематических погрешностей
- в) результаты измерения к истинному значению измеряемой величины
- г) к нулю грубых погрешностей

18. *Порог чувствительности средства измерения:*

- а) наименьшее изменение входной величины, обнаруживаемое с помощью средства измерения
- б) отношение приращения выходного сигнала средства измерения к вызвавшему это приращение изменению входного сигнала
- в) зависимость между информативными параметрами входного и выходного сигналов
- г) единица младшего разряда отсчетного устройства

19. *Характеристиками влияющих величин, необходимыми для расчета дополнительной погрешности средств измерений являются:*

- а) закон распределения
- б) математическое ожидание и номинальное значение
- в) наибольшее и наименьшее значение
- г) номинальное, наибольшее и наименьшее значение
- д) доверительная вероятность

20. *При выпуске средств измерений предусмотрена поверка:*

- а) инспекционная
- б) внеочередная
- в) периодическая
- г) первичная

21. *Манометрические термометры в динамическом отношении соответствуют:*

- а) безынерционным звеньям
- б) инерционным звеньям
- в) колебательным звеньям
- г) инерционным, а в отдельных случаях колебательным звеньям

22. *Ротаметр предназначен для измерения:*

- а) частоты вращения вала
- б) расхода жидкости
- в) количества жидкости или газа
- г) уровня жидкости

23. Дифференциальный манометр предназначен для измерения:

- а) избыточного давления
- б) давления разрежения
- в) разности давлений
- г) вакуума

24. С увеличением температуры сопротивление металлического терморезистора:

- а) увеличивается
- б) уменьшается
- в) не изменяется
- г) изменение зависит от материала терморезистора

25. При увеличении температуры вязкость жидкости:

- а) увеличивается
- б) уменьшается
- в) остается неизменной

10 Оформление текста контрольной работы (реферата)

Реферат является текстовым документом, и его оформление должно в основном соответствовать ГОСТ 2.105-95. Требования к оформлению реферата приведены в таблице 10.1.

Таблица 10.1 – Требования к оформлению реферата

Поля	слева – 30 мм, снизу и сверху – 20 мм, справа – 15 мм
Шрифт основного текста	Times New Roman
Размер шрифта основного текста	14 пт
Размер шрифта текста таблиц	10-12 пт
Цвет шрифта	черный
Межстрочный интервал в тексте	1,5 (полуторный)
Межстрочный интервал в таблицах	1,0 (одинарный)
Отступ первой строки абзаца	12,5 мм
Автоматическая расстановка переносов	включена
Форматирование текста	по ширине
Формулы	в редакторе формул MS Equation 3.0
Рисунки	по тексту
Ссылки на формулу	(n)
Ссылки на литературу	[n], ГОСТ Р 7.0.5-2008

Реферат должен быть выполнен печатным способом с использованием компьютера и принтера на одной стороне листа белой бумаги одного сорта формата А4 (210×297).

Разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на определенных терминах, формулах, теоремах, применяя шрифты разной гарнитуры.

Вне зависимости от способа выполнения текстового документа качество напечатанного текста и оформление иллюстраций, таблиц, распечаток с ПЭВМ должно удовлетворять требованию их четкого воспроизведения.

Между словами текста делается один пробел. Пробелы ставятся после всех знаков препинания. Дефис должен отличаться от тире. Тире должно быть одного начертания по всему тексту, с пробелами слева и справа. Кавычки также должны быть одного начертания по всему тексту.

При наборе римских цифр используется латинская клавиатура. Слова «СОДЕРЖАНИЕ», «ВВЕДЕНИЕ», «СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ», «ПРИЛОЖЕНИЯ» являются заголовками соответствующих структурных частей, пишутся прописными буквами симметрично тексту и не нумеруются.

Нумерация страниц текстового документа должна быть сквозной и включать титульный лист и приложения. Страницы нумеруются арабскими цифрами, на титульном листе номер страницы не указывается. Номер страницы проставляется в центре нижней части страницы без точки.

Содержание основной части текстового документа следует делить на разделы, подразделы и пункты. Пункты при необходимости могут делиться на подпункты.

Каждый раздел текстового документа рекомендуется начинать с новой страницы. Разделы, подразделы, пункты и подпункты следует нумеровать арабскими цифрами и записывать с абзацного отступа. Разделы должны иметь порядковую нумерацию в пределах всего документа, за исключением приложений. После номера раздела, подраздела, пункта и подпункта в тексте точку не ставят.

Запрещается выносить в заголовки пункты, подпункты, неуказанные в содержании. Если необходимо акцентировать на них внимание, то их можно выделить курсивом, вписав в один абзац.

Переносы слов в заголовках не допускаются. Точка в конце заголовка не ставится. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Не разрешается размещать заголовки и подзаголовки в нижней части страницы, если на ней не помещается более 2-3 строк последующего текста. Не допускаются висячие строки.

Оформление формул. Уравнения и формулы следует выделять из текста в отдельную строку. Если формула не умещается в одну строку, то она должна быть перенесена после знака равенства (=) или после знака плюс (+), минус (-), умножения (\times), деления (:), или других математических знаков, причем знак в начале следующей строки повторяют.

Пояснение символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не пояснены ранее в тексте, должны быть приведены непосредственно под формулой в той же последовательности, в которой они даны в формуле. Первая строка должна начинаться со слова «где» без двоеточия.

Формулы нумеруют порядковой нумерацией в пределах раздела арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой, например (10.1). Формулы оформляются в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105.

Оформление иллюстраций. Иллюстрации (рисунки, фотографии, графики, чертежи, схемы, диаграммы и другой подобный материал) нумеруют арабскими цифрами в пределах раздела. Иллюстрации располагают непосредственно после первого упоминания или на следующей странице. Иллюстрации могут располагаться в приложении в качестве вспомогательного материала. Допускается использование приложений нестандартного размера, которые в сложенном виде соответствуют формату А4. Иллюстрации каждого раздела или приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения раздела или приложения.

На все иллюстрации должны быть приведены ссылки в тексте реферата. При ссылках на иллюстрации в тексте следует писать «... в соответствии с рисунком 10.1», либо отразить в скобках. Например: «Согласно принятому алгоритму исследований (рисунок 10.1)...».

Каждая иллюстрация снабжается подрисуночной надписью, которая включает слово «Рисунок» и порядковый номер иллюстрации, а также через тире наименование рисунка и поясняющие данные (подрисуночный текст). Подпись располагают посередине страницы.

Иллюстративный материал оформляют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105.

Оформление таблиц. Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей и размещают под текстом, в котором впервые дана ссылка на них, или на следующей странице, а при необходимости – в приложении. Таблицы следует нумеровать арабскими цифрами в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой.

Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения.

Таблица должна иметь название, которое следует помещать после слова «Таблица». Название должно быть кратким, четким и полностью отражать содержание таблицы. Точка в конце названия таблицы не проставляется.

При переносе части таблицы на другие страницы название помещают только над первой частью таблицы; над другими частями пишут слово «Продолжение таблицы» с указанием номера таблицы, но нумерация столбцов шапки таблицы повторяется.

Таблицы оформляют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105.

Оформление списка использованной литературы. Список литературы должен содержать сведения об источниках, использованных при составлении текстового документа. При отсылке к источнику, упоминание которого включено в список литературы, в тексте документа после упоминания о нем проставляют в квадратных скобках номер, под которым он значится в списке литературы.

Источники следует располагать в алфавитном порядке и нумеровать арабскими цифрами. При алфавитном способе группировки все библиографические записи располагают по алфавиту фамилий авторов или первых слов за-

главий документов. Библиографические записи авторов-однофамильцев располагают в алфавите их инициалов.

Библиографические записи в списке литературы оформляют согласно Национальному стандарту РФ ГОСТ Р 7.0.5-2008 с абзацного отступа.

Оформление приложений. Материал, дополняющий основной текст реферата, допускается помещать в приложениях. В качестве приложения могут быть представлены: графический материал, таблицы, формулы, рисунки, фотографии и другой иллюстративный материал.

Приложения располагают в тексте реферата и оформляют как продолжение работы на ее последующих страницах или в виде отдельного тома.

В тексте реферата на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте реферата.

Если приложений не более трех, их необходимо перечислить в СОДЕРЖАНИИ. Если приложений больше трех, то в этом случае следует на чистой странице (по центру страницы по вертикали и горизонтали) напечатать прописными буквами слово «ПРИЛОЖЕНИЯ» (без кавычек) и поместить эту страницу после СПИСКА ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ, пронумеровав ее. Именно эта страница указывается в СОДЕРЖАНИИ, а все остальные страницы приложений в СОДЕРЖАНИИ не выносятся.

Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху справа страницы слова «Приложение» и его обозначения.

Приложения оформляют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 2.105-95 Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам.
2. ГОСТ Р 7.0.5-2008 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления.
3. ГОСТ 7.32-2001 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.
4. Мурин Г.А. Теплотехнические измерения. М.: Энергия. 1968. 584 с.
5. Сборник задач по технической термодинамике. Рабинович О.М. М.: Машиностроение. 1969. 376 с.
6. Сборник оценочных средств для итоговой государственной аттестации выпускников высших учебных заведений / Л.П. Андрианова, И.Г. Минаев, Г.В. Никитенко, Ю.А. Медведько. Ставрополь: АГРУС. 2005. 352 с.
7. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – магистратура по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденный Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 146 (зарегистрировано в Минюсте России 22.03.2018 г. №50472).
8. Шенк Х. Теория инженерного эксперимента / Пер. с англ. Е.Г. Коваленко; под ред. чл.-корр. АН СССР Н.П. Бусленко. М.: Изд-во «Мир». 1972. 381 с.

Составитель
Очиров Вадим Дансарунович

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И ПРИБОРЫ
Методические указания и контрольные задания
для студентов высших аграрных учебных заведений,
обучающихся в магистратуре по направлению подготовки
13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Лицензия на издательскую деятельность
ЛР №070444 от 11.03.1998 г.
Подписано в печать 19.01.2021 г.
Формат 60×86/16. Печ. л. 0,81
Тираж 15 экз.

Издательство Иркутского государственного
аграрного университета им. А.А. Ежевского
664038, Иркутская область, Иркутский район,
поселок Молодежный