

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой КИПР
_____ В.М.Карабан
" ____ " _____ 2017 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

**Моделирование тепловых и оптических свойств светодиодов и
светотехнических устройств**

для магистров

направления подготовки: 11.04.03 – Конструирование и технология
электронных средств

Составитель:

Доцент каф. КИПР

Д.В.Озеркин

2017

Оглавление

1. Введение	3
2. Правила выполнения лабораторных работ	4
3. Инструкция по технике безопасности при работе в лаборатории.....	5
4. Лабораторная работа №1 - Исследование изобарных процессов в светотехнических устройствах.....	6
5. Лабораторная работа №2 - Исследование изотермических процессов в светотехнических устройствах	10
6. Лабораторная работа №3 - Исследование изохорных процессов в светотехнических устройствах	14
Список литературы	17

1. Введение

Изучение дисциплины «Моделирование тепловых и оптических свойств светодиодов и светотехнических устройств» предусматривает проведение трех лабораторных работ.

В настоящих методических указаниях даются общие разделы, ознакомление с которыми необходимо для правильного проведения самих работ: содержание работы, описание экспериментальной установки, методика и последовательность проведения работ, обработка результатов измерений.

Данное методическое указание не ограничивается только лишь проведением эксперимента. В каждой работе дана расчетная часть. Полученные экспериментальные данные дают возможность провести аналитическое описание изученных свойств и составить графики исследуемого теплофизического процесса.

Лабораторные работы могут проводиться непосредственно на предприятии оборонно-промышленного комплекса (ОПК), в случае обучения студентов на базовой кафедре предприятия. Такие лабораторные работы вызывают особый интерес у студентов, когда теоретические знания реально применяются на практике.

2. Правила выполнения лабораторных работ

1. Каждая лабораторная работа выполняется группой в составе 3...4 студентов.

2. Прежде чем приступить к лабораторной работе, каждый студент должен изучить ее описание, подготовить бланк отчета и сдать преподавателю коллоквиум по теоретическим вопросам, относящимся к данной работе.

3. Студент, не имеющий бланка отчета или не сдавший коллоквиум, к проведению лабораторной работы не допускается. Он обязан отработать ее в указанное преподавателем время.

4. Каждый студент предъявляет преподавателю для визирования результаты измерений и расчетов после окончания лабораторных занятий.

5. К началу следующего лабораторного занятия студент должен сдать законченный отчет по выполненной работе, без предыдущего отчета он не допускается к последующей лабораторной работе.

6. Отчет по работе выполняется на листах белой бумаги (формат А4) в соответствии с ГОСТ 2.105-95. На титульном листе указывается наименование работы, кто выполнил, кто проверил, указывается год выполнения работы. На листах отчета должны быть: цель работы, схема опытного устройства, таблицы результатов измерений и таблицы результатов расчетов. Особое внимание при проведении расчетов необходимо обращать на соблюдение единства систем единиц измерения. Все величины, участвующие в расчетах, необходимо выразить в единицах СИ. Графики строятся на бумаге формата А4 и прилагаются к отчету.

3. Инструкция по технике безопасности при работе в лаборатории

1. К лабораторным занятиям допускаются студенты, получившие инструктаж по технике безопасности с соответствующим оформлением его в журнале.

2. Студентам запрещается без разрешения преподавателя включать электрооборудование, открывать и закрывать задвижки и вентили трубопроводов, включать измерительные приборы и установки.

3. Перед началом работы необходимо ознакомиться с заданием, с правилами безопасности проведения работ, проверить исправность ограждений и предохранительных устройств.

4. При работе в лабораториях выполняется только та лабораторная работа, которая предусмотрена планом. Категорически воспрещается выполнять другие лабораторные работы.

5. Во время выполнения лабораторной работы запрещается заниматься посторонними делами, т.к. это отвлекает внимание других студентов и остается без наблюдения лабораторная установка, что может повлечь за собой несчастный случай.

6. Оборудование лаборатории относится к разряду опасных в связи с возможностью поражения электрическим током, поэтому студенты обязаны строго соблюдать правила безопасности.

7. В случае прекращения подачи электроэнергии необходимо отключить установку и оставаться у рабочего места.

8. Если произошел несчастный случай, то необходимо немедленно оказать первую помощь и сообщить об этом преподавателю.

9. Бережное отношение к приборам и оборудованию лаборатории создает условия безопасности студентов и преподавателей.

10. Запрещается в лабораторию приносить верхнюю одежду.

11. По окончании работы необходимо привести в порядок рабочее место.

4. Лабораторная работа №1 - Исследование изобарных процессов в светотехнических устройствах

Количество аудиторных часов – 4 ч.

Количество часов на СРС – 6 ч.

Цель работы.

1. Закрепление знаний по разделу «Нестационарная теплопроводность».
2. Изучение характеристик процесса изобарного расширения воздуха.

Необходимое оборудование и материалы.

Схема лабораторной установки приведена на рис. 4.1.

Рабочий объем – колба 1 помещена в термостат 6 типа ТС-24А. Температура в колбе измеряется термопарой, подсоединенной к потенциометру 5. Температура воды в термостате измеряется с помощью термометра 7. Кран 2 служит для сообщения газового тракта с атмосферой. Объем газа изменяется с помощью цилиндра 3, опущенного в сосуд с водой, а давление измеряется дифманометром 4.

Термостат имеет два нагревателя: 700 Вт и 1300 Вт. Он снабжен осевым насосом (мешалкой) для перемешивания жидкости.

Теоретические основы метода.

Изобарным называется термодинамический процесс, при котором давление сохраняется постоянным ($p = \text{const}$). Если при подводе тепла к газообразному рабочему телу оно расширяется без изменения давления, то все подводимое тепло расходуется на изменение энтальпии.

$$dQ = dU + Vdp,$$

$$dQ_p = dU = C_p dT \quad (4.1)$$

Если воздух, используемый в качестве рабочего тела, находится при малом давлении, его можно рассматривать как идеальный газ, состояние которого описывается уравнением Клапейрона-Менделеева, а если относительные изменения параметров ($\Delta\phi/\phi$) в процессах невелики, то такие процессы являются квазиравновесными.

Уравнение изобарного процесса в этом случае имеет вид:

$$(V/T) = \text{const}, \quad (4.2)$$

Если к газу в некотором объеме подводить тепло и при этом намеренно увеличивать его объем таким образом, что давление в объеме не будет изменяться, то будет реализован изобарный процесс расширения. Для простоты эксперимента можно поддерживать в объеме атмосферное давление. Если при этом регистрировать V и T , то может быть построена кривая процесса, определена константа уравнения (4.2) и построена расчетная кривая процесса.

Задание.

1. Провести эксперимент с изобарным процессом.
2. По результатам наблюдений построить график изобарного процесса $T=f(\Delta V)$.
3. Определить среднее значение константы уравнения (4.2).
4. Построить расчетную кривую процесса.

Проведение опыта.

Перед началом работы лабораторная установка приводится в исходное состояние:

1. кран 2 открыт;
2. цилиндр 3 опущен в воду до дна сосуда;
3. установка термостатирована, холодный спай термопары находится в сосуде со льдом;
4. дифманометр 4 регистрирует $P = 0$.

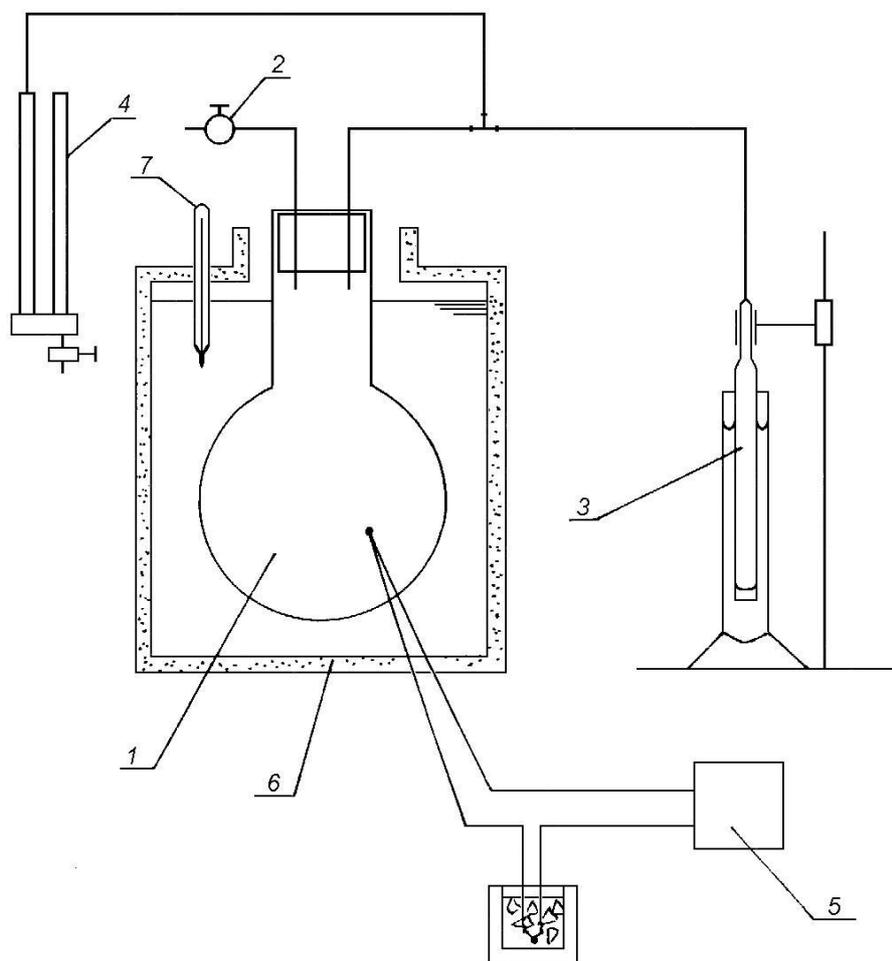


Рис. 4.1. Схема лабораторной установки

Порядок выполнения работы следующий:

1. Закрывать кран 2 и записать: уровень воды в цилиндре 3; температуру (термо-эдс) в колбе 5; температуру в термостате по термометру 7; $P = 0$ по дифманометру 4.
2. Включить двигатель мешалки и один из нагревателей.
3. Практически непрерывно поднимая цилиндр 3, поддерживать в воздушном тракте атмосферное давление, т.е. $P = 0$.
4. Каждую минуту фиксировать: температуру (термо-эдс) в колбе 5; уровень воды в цилиндре 3; $P = 0$ по дифманометру 4; температуру в термостате по термометру 7.
5. Наблюдения проводятся до достижения температуры воды в термостате 35°C .
6. После завершения наблюдений отключить нагреватели термостата и мешалку, открыть кран 2.

Обработка результатов опыта.

По результатам наблюдений строится график изобарного процесса $T=f(\Delta V)$, определяется среднее значение константы уравнения (4.2) и наносится расчетная кривая процесса.

Таблица 3.1. Результаты испытаний

	Отсчёт уровня, мл	ΔV , мл	T в термо- стате, $^{\circ}\text{C}$	E , мВ	T в колбе, $^{\circ}\text{C}$
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					

Содержание отчёта.

Отчёт по лабораторной работе должен содержать:

- титульный лист;
- краткие теоретические положения;
- схему и описание лабораторной установки;
- графики;
- анализ полученных результатов;
- выводы по результатам работы.

Контрольные вопросы.

1. Определение изобарного процесса.
2. Изображение изобарного процесса на термодинамических диаграммах.
3. Использование изобарного процесса в циклах светотехнических устройств.

5. Лабораторная работа №2 - Исследование изотермических процессов в светотехнических устройствах

Количество аудиторных часов – 4 ч.

Количество часов на СРС – 6 ч.

Цель работы.

1. Закрепление знаний по разделу «Теплопроводность и дифференциальные уравнения теплопроводности».

2. Изучение характеристик процесса изотермического расширения воздуха.

Необходимое оборудование и материалы.

Схема лабораторной установки приведена на рис. 4.2. В колбе 1, имеющей светозащитное покрытие находится нагреватель 10, питание к которому подается от сети через автотрансформатор 15 и выпрямитель 12. Электрические параметры нагревателя регистрируются по показаниям приборов 13 и 14. Температура в колбе регистрируется термопарой 6 с помощью потенциометра 9 типа ПП-63. Колба 1 соединена воздушным трактом (резиновыми трубками) с дифференциальным манометром 4 и стеклянным цилиндром 2, опущенным в сосуд с водой. Сообщение колбы с атмосферой осуществляется с помощью крана 5. В воздушном тракте вне колбы теплообмен практически отсутствует.

Если отключить колбу от атмосферы краном 5, а затем опустить цилиндр 2, то в колбе создается избыточное давление, регистрируемое дифференциальным манометром 4. Условие изотермичности при подводе тепла к газу обеспечивается путем намеренного поднятия цилиндра 2. При этом объем газа увеличивается, а его давление уменьшается.

Теоретические основы метода.

Изотермическим называется термодинамический процесс, протекающий при неизменной температуре ($T = \text{const}$). При изотермическом расширении газ производит работу против внешних сил давления. Эта работа производится за счет подводимой из окружающей среды теплоты. При сжатии газа, наоборот, выделяется теплота, которая передается в окружающую среду. Таким образом, изотермический процесс является самым «выгодным» процессом подвода тепла рабочему телу, т.к. в нем тепло расходуется только на выполнение работы расширения, внутренняя энергия газа при этом не изменяется ($dU = 0$).

$$dQ = dU + p \cdot dV,$$

$$dQ_t = C_v dT + p \cdot dV = p \cdot dV. \quad (5.1)$$

В этой лабораторной работе осуществляется подвод тепла к воздуху при практически атмосферном давлении, благодаря чему воздух может рассматриваться как идеальный газ, а малые изменения параметров делают процесс квазиравновесным. Изотермический процесс в идеальном газе подчиняется *закону Бойля-Мариотта*: для данной массы газа при неизменной температуре произведение численных значений давления и объема есть величина постоянная:

$$pV = \text{const.} \quad (5.2)$$

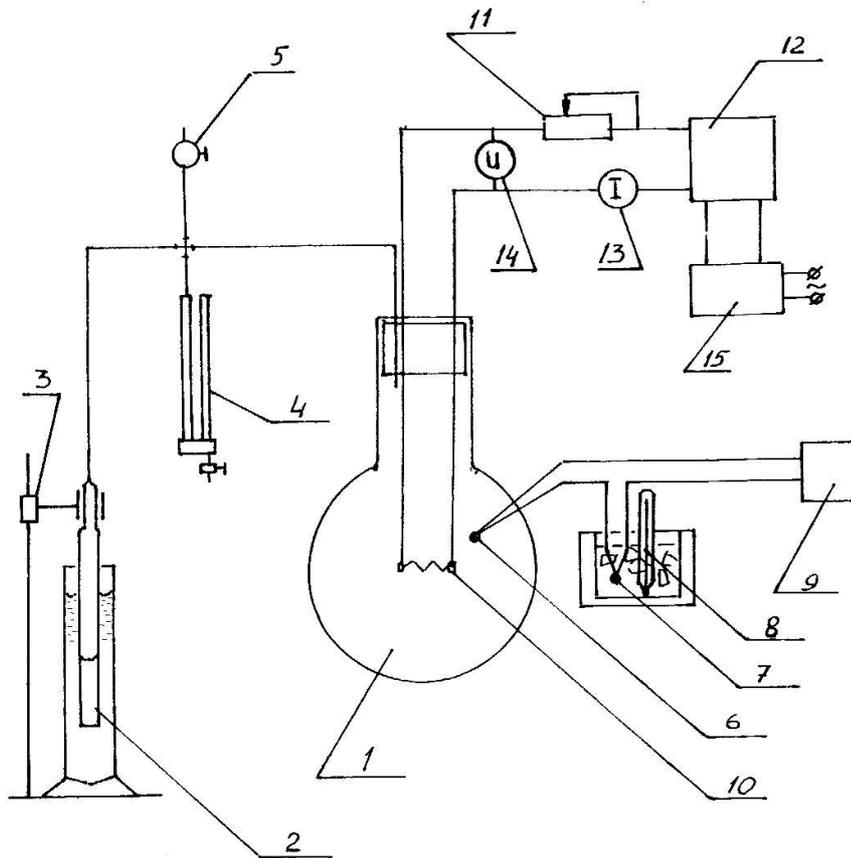


Рис. 5.1. Схема лабораторной установки

Задание.

1. На масштабной бумаге в координатах p – V построить график $P = f(\Delta V)$.
2. Вычислить среднее значение константы уравнения (5.2).
3. На график $P = f(\Delta V)$ нанести расчетную кривую, определенную по уравнению (5.2).

Проведение опыта.

Перед началом работы температура в колбе должна быть близка к температуре воздуха в помещении, кран 5 – открыт. Цилиндр 2 опускается в воду таким образом, чтобы глубина его погружения не превышала 5 мм.

Порядок проведения опыта следующий:

Содержание отчёта.

Отчёт по лабораторной работе должен содержать:

- титульный лист;
- краткие теоретические положения;
- схему и описание лабораторной установки;
- графики;
- анализ полученных результатов;
- выводы по результатам работы.

Контрольные вопросы.

1. Определение изотермического процесса.
2. Изображение изотермического процесса на термодинамических диаграммах.
3. Использование изотермического процесса в циклах светотехнических устройств.

6. Лабораторная работа №3 - Исследование изохорных процессов в светотехнических устройствах

Количество аудиторных часов – 4 ч.

Количество часов на СРС – 6 ч.

Цель работы.

1. Закрепление знаний по разделу «Расчет теплового поля в пластине с внутренним источником тепла».
2. Изучение характеристик изохорного процесса при подводе тепла к газу.

Необходимое оборудование и материалы.

Схема лабораторной установки показана на рис. 6.1. Нагреваемый газ находится в колбе 1, помещенной в термостат 5 типа ТС-16 М. Температура в колбе регистрируется термопарой, подсоединенной к потенциометру 4 типа ПП-63. Давление регистрируется дифференциальным манометром 3. С атмосферой колба 1 сообщается краном 2. Температура воды в термостате измеряется термометром 6.

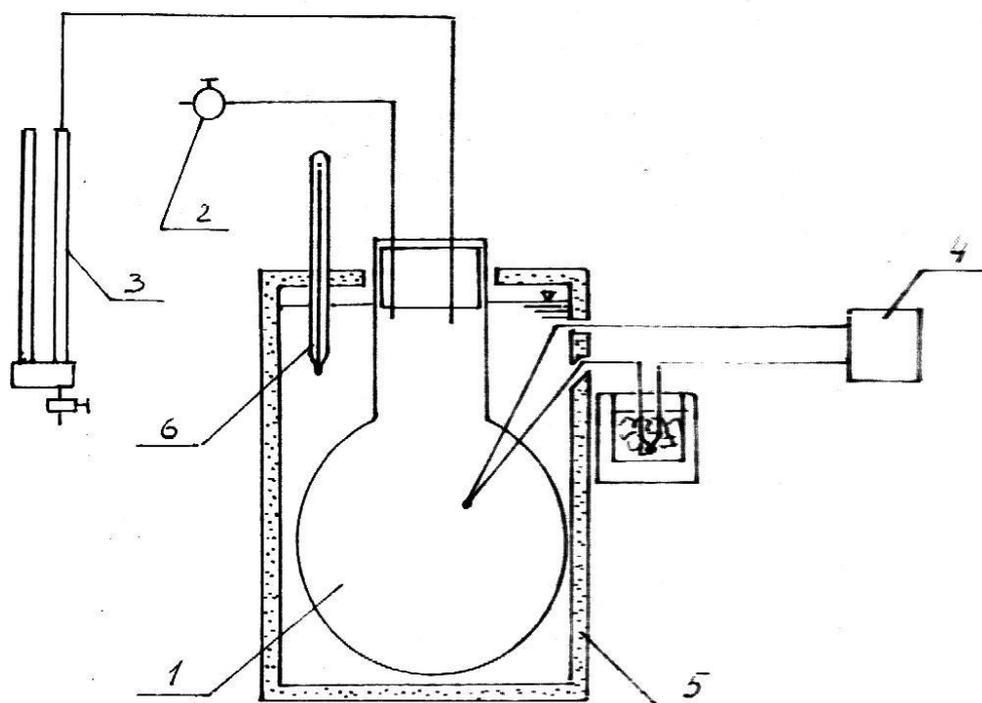


Рис. 6.1. Схема лабораторной установки

Теоретические основы метода.

При подводе тепла к газу в замкнутом сосуде с жесткими стенками имеет место изохорный процесс, а все подводимое тепло расходуется на изменение внутренней энергии.

$$Q = \Delta U + P \cdot \Delta V,$$
$$Q = \Delta U = C_v \cdot \Delta T.$$

В области малых давлений и температур состояние газа описывается уравнением Клапейрона-Менделеева, а так как температура изменяется несущественно, процесс оказывается квазиравновесным.

Уравнение процесса имеет вид:

$$\frac{P}{T} = \text{const}$$

или

$$\frac{\Delta P}{\Delta T} = \text{const}$$

Регистрируя изменение давление и температуры в ходе процесса можно построить его кривую в координатах $(P-T)$, а также определить константу и построить расчетную кривую.

Задание.

1. Определить среднее значение константы в уравнении процесса.
2. По результатам опыта построить кривую процесса $\Delta P/\Delta T = \text{const}$.

Проведение опыта.

1. Исходное состояние:
 - 1.1. Вся установка, включая холодный спай в схеме термопары, термостатирована.
 - 1.2. Кран 5 открыт.
 - 1.3. Дифманометр 3 фиксирует нулевой перепад давления ($\Delta P = 0$).
 - 1.4. Нагреватель и мешалка термостата отключены.
2. Закрыть кран 2 и зафиксировать:
 - 2.1. Температуру в колбе 1 – по потенциометру 4.
 - 2.2. $P = 0$ – по дифманометру 3.
 - 2.3. Температуру воды в термостате по 6.
3. Включить нагреватель термостата и мешалку.
4. Через каждую минуту фиксировать:
 - 4.1. Давление в системе P по дифманометру 3.
 - 4.2. Температуру воды в термостате T_t по 6.
 - 4.3. Температуру в системе T по потенциометру 4.
5. Наблюдения проводятся до достижения $T = 35^\circ\text{C}$.
6. Затем отключается нагреватель, мешалка и открывается кран 2.

Обработка результатов опыта.

По результатам опыта строится кривая процесса

$$\frac{\Delta P}{\Delta T} = \text{const}$$

в координатах ($P-T$). Подсчитывается среднее значение константы в уравнении процесса и на график наносится расчетная кривая процесса.

Исходные данные.

Плотность жидкости в манометре	$\rho =$	кг/м ³
--------------------------------	----------	-------------------

Таблица 5.1 Результаты испытаний

	$T_1,$ °C	$E,$ мВ	$T_2,$ °C	$\Delta T,$ °C	$h_1,$ мм	$h_2,$ мм	$h,$ мм	$\Delta P,$ Па
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Содержание отчёта.

Отчёт по лабораторной работе должен содержать:

- титульный лист;
- краткие теоретические положения;
- схему и описание лабораторной установки;
- графики;
- анализ полученных результатов;
- выводы по результатам работы.

Контрольные вопросы.

1. Определение изохорного процесса.
2. Изображение изохорного процесса на термодинамических диаграммах.
3. Использование изохорного процесса в циклах светотехнических устройств.

Список литературы

1. Плужников С., Брюханов О. Основы гидравлики и теплотехники. Изд. Академия, ISBN 978-5-7695-7778-9, 2011. 240 с.
2. Брюханов О.Н, Коробко В.И, Мелик-Аракелян А.Т. Основы гидравлики и теплотехники. Изд. Академия, 2008. 240 с.
3. Амерханов Р.А. Теплопередача. Учебное пособие. Изд. КТТУ, 2008 г.
4. Круглова Е, Булгакова Р, Круглов Г. Теплотехника. Учебник для ВУЗов, Изд-во «Лань», 2010 г. 208 с.
5. Кирилин В.А. Техническая термодинамика. Издательский дом МЭИ, 2008. 496 с.
6. Смирнов М.В. Теоретические основы теплотехники. Изд. Ин-Фомо, 2010.
7. Цветков Ф.Ф, Керимов Р.В, Величко Б.И. Задачник по тепломассообмену. 3-е издание, 2009.
8. Шатров М.Г., Камфер Г.М. Теплотехника. Высшая школа, 2003. 67 с.
9. Гинзбург Л.Д., Зарипов М.З. Справочное пособие по технике безопасности. 2-е изд., Энергоатомиздат, 1990. 223 с.
10. Правила пожарной безопасности для энергетических предприятий, 2009. 144 с.