

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
**«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЕГАЗОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**ИНСТИТУТ ТРАНСПОРТА**  
Кафедра транспорта углеводородных ресурсов

**Размещено на сайте [zadachi24.ru](http://zadachi24.ru)**

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

по выполнению контрольных работ по дисциплине «Термодинамика и  
теплопередача» для студентов всех форм обучения по направлению  
21.03.01 «Нефтегазовое дело» всех профилей

Тюмень, 2015

Термодинамика и теплопередача: метод. указ. для контрольных работ для студентов, обучающихся по напр. 21.03.01 «Нефтегазовое дело» / сост. С.М. Чекардовский, Е.Н. Кабес, А.М. Куликов; Тюменский государственный нефтегазовый университет.– Тюмень: Издательский центр БИК, ТюмГНГУ, 2015.– 32 с.

Методические указания рассмотрены и рекомендованы к изданию на заседании кафедры транспорта углеводородных ресурсов

### **Аннотация**

Методические указания и индивидуальные задания по дисциплине «Термодинамика и теплопередача» предназначены для студентов, обучающихся по направлению 21.03.01 «Нефтегазовое дело».

Приведено содержание основных тем дисциплины, указаны перечень контрольных работ. Приведены описания контрольных установок. Даны методические указания по выполнению контрольных работ.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Техническая термодинамика	6
2. Теория теплообмена	8
3. Система оценки выполнения контрольных работ	11
Контрольные вопросы	12
Литература	14

## ВВЕДЕНИЕ

### Цели и задачи дисциплины:

#### Цель:

получение студентами знаний и навыков по проектированию и эксплуатации систем сбора и подготовки углеводородного сырья.

#### Задачи:

- развитие навыков определения оптимальных методов и параметров технологических процессов сбора и подготовки углеводородного сырья;
- проведения анализа состояния существующих систем;
- оценки технических и экономических возможностей использования оборудования;
- выработки направления научных исследований в области подготовки нефти к транспорту.

### Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Подготовка нефти и газа к транспорту» относится к дисциплинам вариативной части, по выбору студента.

Для полного усвоения данной дисциплины студенты должны знать следующие разделы ФГОС: Б.1.Б.7 – Математика, Б.1.Б.8 – Физика, Б.1.Б.9 – Химия, Б.1.Б.12 – Экология, Б.1.Б.21 – Химия нефти и газа, Б.1.Б.22 – Гидравлика, Б.1.Б.23 – Термодинамика и теплопередача, Б.1.В.4 – Инновационные и перспективные технологии транспорта углеводородов, Б.1.В/В.7 – Насосные установки нефтепроводов, Б.1.В/В.7 – Компрессорные установки газопроводов и другие дисциплины изучаемые ранее.

**Требования к результатам освоения дисциплины:**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 1

**Формируемые компетенции**

Номер/индекс компетенций	Содержание компетенции или ее части (указываются в соответствии с ФГОС)	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны		
		знать	уметь	владеть
<b>ПК-2</b>	Способность осуществлять и корректировать технологические процессы при строительстве, ремонте и эксплуатации скважин различного назначения и профиля ствола на суше и на море, транспорте и хранении углеводородного сырья	технологии нефтегазового производства	осуществлять технологические процессы строительства, ремонта оборудования транспорта и хранения углеводородного сырья	методами корректировки технологических процессов при строительстве, ремонте и эксплуатации оборудования транспорта и хранения углеводородного сырья
<b>ПК-10</b>	Способность участвовать в исследовании технологических процессов, совершенствовании	основные положения, требования и методы исследования технологиче	использовать методические основы исследовательской деятельности для решения	исследовательскими методами и средствами совершенствования технологическ

	технологическ ого оборудования и реконструкци и производства	ских процессов, основные этапы и принципы разработки инновационн ого технологиче ского оборудовани я	задач совершенство вания технологическ ого оборудования и реконструкци и производства	ого оборудования и реконструкции производства, навыками критического анализа информации о технологическ их процессах
<b>ПК-25</b>	Способность использовать физико- математическ ий аппарат для решения расчетно- аналитически х задач, возникающих в ходе профессионал ьной деятельности	основы высшей математики и физики для решения расчетно- аналитическ их задач	применять математическ ие и физические методы для решения типовых профессионал ьных задач	навыками ориентировани я в справочной физико- математическо й литературе , приобретения новых знаний используя современный информационн ые технологии

## КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

### Методические указания

К решению задач контрольного задания следует приступать после изучения соответствующего раздела курса и ознакомлением с ходом решения аналогичных задач по учебной литературе.

Студенты выполняют контрольные работы по 2 разделам «Техническая термодинамика» и «Теория теплообмена». По последней четной цифре личного шифра студента выполняются задачи № 1, 2. Задачи № 3,4 выполняются студентами, имеющими нечетную последнюю цифру личного шифра. Исходные данные к каждой задаче выбираются из соответствующих таблиц по последней и предпоследней цифре шифра.

При решении контрольных задач необходимо соблюдать следующие условия: а) выписывать условие задачи и исходные данные; б) решение задач сопровождать кратким пояснительным текстом, в котором

указывать, какая величина определяется и по какой формуле, какие величины подставляются в формулу и откуда они берутся (из условия задачи, из справочника или были определены выше и т.д.); в) вычисления проводить в единицах СИ, показывать ход решения. После решения задачи нужно дать краткий анализ полученных результатов и сделать выводы. Всегда, если это возможно, нужно осуществлять контроль своих действий и оценивать достоверность полученных числовых данных.

## 1. Техническая термодинамика

**Задача 1.** Считая теплоемкость идеального газа зависящей от температуры, определить: параметры газа в начальном и конечном состояниях, изменение внутренней энергии, теплоту, участвующую в процессе, и работу расширения. Исходные данные, необходимые для решения задачи, выбрать из табл.1., зависимость величины теплоемкости от температуры приведена в приложении 1.

Таблица 1

Последняя цифра шифра	Процесс	$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	Предпоследняя цифра шифра	Газ	$P_1, \text{МПа}$	$m, \text{кг}$
0	Изохорный	2400	400	0	$\text{O}_2$	1	2
1	Изобарный	2200	300	1	$\text{N}_2$	4	5
2	Адиабатный	2000	300	2	$\text{H}_2$	2	10
3	Изохорный	1800	500	3	$\text{N}_2$	3	4
4	Изобарный	1600	400	4	$\text{CO}$	5	6
5	Адиабатный	1700	100	5	$\text{CO}_2$	6	8
6	Изохорный	1900	200	6	$\text{N}_2$	8	3
7	Изобарный	2100	500	7	$\text{H}_2$	10	12
8	Адиабатный	2300	300	8	$\text{O}_2$	12	7
9	Изобарный	1500	100	9	$\text{CO}$	7	9

**Задача 2.** Для теоретического цикла ГТУ с подводом теплоты при постоянном давлении определить параметры рабочего тела (воздуха) в характерных точках цикла, подведенную и отведенную теплоту, работу и термический к.п.д. цикла, если начальное давление  $p_1 = 0,1 \text{ МПа}$ , начальная температура  $t_1 = 27, ^\circ\text{C}$ , степень повышения давления в компрессоре  $\pi$ , температура газа перед турбиной  $t_3$ .

Таблица 2

Последняя цифра шифра	$\pi = \frac{P_2}{P_1}$	Предпоследняя цифра шифра	$t_1, ^\circ\text{C}$	G, кг/с	Последняя цифра шифра	$\pi = \frac{P_2}{P_1}$	Предпоследняя цифра шифра	$t_1, ^\circ\text{C}$	G, кг/с
0	6	0	700	35	5	7,5	5	725	60
1	6,5	1	725	25	6	7	6	750	70
2	7	2	750	30	7	6,5	7	775	80
3	7,5	3	775	40	8	6	8	800	90
4	8	4	700	50	9	7	9	825	100

Определить теоретическую мощность ГТУ при заданном расходе воздуха G. Дать схему и цикл установки в p-v- и Ts-диаграммах. Данные для решения задачи выбрать из табл. 2. Теплоемкость воздуха принять не зависящей от температуры.

**Задача 3.** Провести термодинамический расчет поршневого двигателя, работающего по циклу Дизеля, если начальный удельный объем газа  $v_1$ ; степень сжатия  $\varepsilon = v_1/v_2$ ; начальная температура сжатия  $t_1$ ; количество тепла, подводимое в цикле  $q_1$ . Определить параметры состояния в крайних точках цикла. Энтальпию (h), внутреннюю энергию (U) определить относительно состояния газа при  $T_0 = 0 \text{ K}$ , энтропию (S) — относительно состояния при условиях  $T_0 = 273 \text{ K}$ ,  $P = 0,1 \text{ МПа}$ . Построить цикл в p-v- и Ts-координатах. Для каждого процесса определить работу, количество подведенного и отведенного тепла, изменение внутренней энергии, энтальпию и энтропию. Определить работу цикла, термический к.п.д. цикла. Рабочее тело - воздух, масса 1 кг.  $R = 0,287 \text{ кДж/кг}\cdot\text{K}$ ;  $C_p = 1 \text{ кДж/кг}\cdot\text{K}$ . Данные к задаче выбрать из табл. 3.

Таблица 3

Последняя цифра шифра	$\varepsilon = v_1/v_2$	Предпоследняя цифра шифра	Начальная температура сжатия, $t_1, ^\circ\text{C}$	$q_1$ , кДж/кг
0	14	0	25	900
1	15	1	20	800
2	20	2	15	500
3	18	3	30	600
4	16	4	40	400
5	15	5	35	850
6	14	6	50	700
7	16	7	30	450
8	18	8	28	550
9	20	9	45	600

**Задача 4.** Определить конечное состояние газа, расширяющегося политропно от начального состояния с параметрами  $P_1$ ,  $t_1$ , изменение

внутренней энергии, количество подведенной теплоты, полученную работу, если задан показатель политропы ( $n$ ), конечное давление  $P_2$ . Показать процесс в  $p$ - и  $T$ -координатах. Исходные данные, необходимые для решения задачи, выбрать из табл. 4.

Таблица 4

Последняя цифра шифра	$P_1$ , МПа	$t_1$ , °C	$P_2$ , МПа	$n$	Предпоследняя цифра шифра	Газ	$m$ , кг
0	0,5	100	0,1	1,2	0	O <sub>2</sub>	1
1	1	70	0,5	1,5	1	N <sub>2</sub>	2
2	1,5	110	1,0	1,4	2	CO	3
3	2	120	1,5	1,1	3	N <sub>2</sub>	4
4	2,5	80	0,5	1,3	4	H <sub>2</sub>	5
5	3	90	1,2	1,2	5	O <sub>2</sub>	6
6	3,5	130	1,5	1,4	6	CO <sub>2</sub>	8
7	4	150	0,2	1,6	7	O <sub>2</sub>	2
8	5	200	2	1,2	8	CO	5
9	6	250	3,5	1,5	9	N <sub>2</sub>	3

## 2. Теория теплообмена

**Задача 1.** Плоская стальная стенка толщиной  $\delta_1$  ( $\lambda_1 = 40$  Вт/м·К) с одной стороны омывается газами; при этом коэффициент теплоотдачи равен  $\alpha_1$ . С другой стороны стенка изолирована от окружающего воздуха плотно прилегающей к ней пластиной толщиной  $\delta_2$  ( $\lambda_2 = 0,40$  Вт/м·К). Коэффициент теплоотдачи от пластины к воздуху равен  $\alpha_2$ . Определить тепловой поток  $q_1$  Вт/м<sup>2</sup> и температуры  $t_1$ ,  $t_2$  и  $t_3$  поверхностей стенок, если температура продуктов сгорания  $t_r$ , а воздуха -  $t_b$ . Данные для решения задачи выбрать из табл. 5.

Таблица 5

Последняя цифра шифра	$\delta_1$ , мм	$\alpha_1$ , Вт/м <sup>2</sup> ·К	$t_r$ , °C	Предпоследняя цифра шифра	$\delta_2$ , мм	$\alpha_2$ , Вт/м <sup>2</sup> ·К	$t_b$ , °C
0	5	35	350	0	10	5	30
1	6	45	400	1	12	6	25
2	7	40	370	2	14	7	20
3	8	30	350	3	16	8	15
4	9	35	330	4	18	9	10
5	10	25	300	5	20	10	5
6	6	42	380	6	22	9	0



7	5	30	320	7	24	8	-5
8	3	34	400	8	26	6	-10
9	4	38	280	9	28	5	-20

**Задача 2.** Воздух течет внутри трубы, имея среднюю температуру  $t_b$ , давление  $p_1 = 1$  МПа и скорость  $\omega$ . Определить коэффициент теплоотдачи от трубы к воздуху ( $\alpha_1$ ), а также удельный тепловой поток, отнесенный к 1 м длины трубы, если внутренний диаметр трубы  $d_1$ , толщина ее  $\delta$  и теплопроводность  $\lambda_1 = 20$  Вт/(м·К). Снаружи труба омывается горячими газами. Температура и коэффициент теплоотдачи горячих газов, омывающих трубу, соответственно равны  $t_r$ ,  $\alpha_2$ . Данные, необходимые для решения задачи выбрать из табл. 6. Физические параметры сухого воздуха для определения  $\alpha_1$  взять из приложения 2.

Таблица 6

Последняя цифра шифра	$t_r, ^\circ\text{C}$	$\alpha_2, \text{Вт/м}^2\cdot\text{К}$	$\omega, \text{м/с}$	Предпоследняя цифра шифра	$t_b, ^\circ\text{C}$	$d_1$	$\delta$
						мм	
0	500	20	10	0	150	70	3
1	550	20	9	1	200	80	5
2	600	40	6	2	130	60	4
3	650	50	8	3	100	40	3
4	700	40	10	4	150	20	2
5	750	60	12	5	200	50	3
6	800	50	14	6	250	80	5
7	780	40	16	7	200	60	4
8	740	30	18	8	150	40	3
9	520	20	20	9	100	20	2

**Задача 3.** Стальной трубопровод диаметром  $d_1/d_2 = \frac{100\text{мм}}{110\text{мм}}$  с коэффициентом теплопроводности  $\lambda_1$  покрыт изоляцией в 2 слоя одинаковой толщины  $\delta_2 = \delta_3 = 50$  мм., причем первый слой имеет коэффициент теплопроводности  $\lambda_2$ , второй  $\lambda_3$ .

Таблица 7

Последняя цифра шифра	$\lambda_1, \text{Вт/м}\cdot\text{К}$	$\lambda_2, \text{Вт/м}\cdot\text{К}$	$\lambda_3, \text{Вт/м}\cdot\text{К}$	Предпоследняя цифра шифра	$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_4, ^\circ\text{C}$
0	50	0,06	0,12	0	250	50
1	30	0,03	0,06	1	300	100
2	40	0,08	0,16	2	400	200
3	60	0,10	0,20	3	350	150
4	45	0,04	0,14	4	500	120

5	20	0,01	0,15	5	450	90
6	50	0,05	0,12	6	380	60
7	40	0,02	0,08	7	280	50
8	45	0,06	0,10	8	550	20
9	35	0,04	0,15	9	200	70

Определить потери теплоты через изоляцию с 1 м. трубы, если температура внутренней поверхности  $t_1$ , а наружной поверхности изоляции  $t_4$ . Определить температуру на границе соприкосновения слоев  $t_3$ . Как изменится величина тепловых потерь с 1 м. трубопровода, если слой изоляции поменять местами, т.е. слой с большим коэффициентом  $\lambda$  наложить непосредственно на поверхность трубы? Данные выбрать из табл. 7.

**Задача 4.** Определить потери теплоты в единицу времени с 1 м. длины горизонтально расположенной цилиндрической трубы, охлаждаемой свободным потоком воздуха, если температура стенки трубы  $t_c$ , температура воздуха в помещении  $t_b$ , а диаметр трубы  $d$ . Степень черноты трубы  $E_c = 0,9$ . Данные, необходимые для решения задачи, выбрать из табл.8.

Таблица 8

Последняя цифра шифра	d, мм	Предпоследняя цифра шифра	$t_c$	$t_b$	Последняя цифра шифра	d, мм	Предпоследняя цифра шифра	$t_c$	$t_b$
			°C					°C	
0	220	0	150	15	5	270	5	100	20
1	230	1	140	20	6	300	6	190	15
2	210	2	130	25	7	320	7	180	10
3	240	3	120	35	8	340	8	170	5
4	250	4	110	25	9	360	9	160	0

Приложение 1

#### Средние изобарные теплоемкости

$t, ^\circ\text{C}$	Воздух	Кислород $\text{O}_2$	Азот $\text{N}_2$	Водород $\text{H}_2$	Водяной пар $\text{H}_2\text{O}$	Оксид углерода $\text{CO}$	Углекислый газ $\text{CO}_2$
0	29,073	29,274	29,115	28,617	33,499	29,123	35,860
100	29,153	29,538	29,144	29,935	33,741	29,178	38,112
200	29,299	29,931	29,228	29,073	34,188	29,303	40,059
300	29,521	30,400	29,383	29,123	34,575	29,517	41,755
400	29,789	30,878	29,601	29,186	35,090	29,789	43,250
500	30,095	31,334	29,864	29,249	35,630	30,099	44,573

600	30,405	31,761	30,149	29,316	36,195	30,426	45,758
700	30,723	32,150	30,451	29,408	36,789	30,752	46,813
800	31,028	32,502	30,748	29,517	37,392	31,070	47,763
900	31,321	32,825	31,037	29,647	38,008	31,376	48,617
1000	31,598	33,118	31,313	29,789	38,619	31,665	49,392
1200	32,109	33,633	31,828	30,107	39,825	32,192	50,740
1400	32,565	34,076	32,293	30,467	40,976	32,653	51,858
1600	32,967	34,474	32,699	30,832	42,056	33,051	52,800
1800	33,319	34,834	33,055	31,192	43,070	33,402	53,604
2000	33,641	35,169	33,373	31,548	43,995	33,708	54,290
2200	33,296	35,483	33,658	31,891	44,853	33,980	54,881
2400	34,185	35,785	33,909	32,222	45,645	34,223	55,391

## Приложение 2

### Физические параметры сухого воздуха при давлении 101,3 кПа

$t, ^\circ\text{C}$	$10^2 \cdot \lambda, \text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$	$10^6 \cdot \nu, \text{м}^2/\text{с}$	$P_z$
0	2,44	13,28	0,707
100	3,21	23,13	0,688
200	3,94	34,85	0,680
300	4,60	48,33	0,674
400	5,21	63,09	0,678
500	5,75	79,38	0,687
600	6,23	96,89	0,699
700	6,71	115,4	0,706
800	7,19	134,8	0,713
900	7,64	155,1	0,717
1000	8,08	177,1	0,719

### 3. Система оценки выполнения контрольных работ студентами направления 21.03.01 «Нефтегазовое дело» всех профилей

Выполнение расчетов всех задач в полной мере с допустимой погрешностью, построение необходимых и потребных графиков, способность свободно ориентироваться в темах и разделах дисциплины, касающихся конкретных заданий, верные ответы на заданные вопросы при защите контрольных работ являются достаточными условиями для оценки контрольных работ студентов направления.

#### 4. Контрольные вопросы:

1. Что понимается под термодинамической системой?
2. Каким числом независимых параметров характеризуется состояние рабочего тела?
3. Какое состояние называется равновесным и какое — неравновесным?
4. Что называется термодинамическим процессом?
5. Какие процессы называются равновесными и какие неравновесными?
6. Какие процессы называются обратимыми и какие необратимыми?
7. Какой цикл называется прямым и какой обратным?
8. Чем оценивается эффективность прямого и обратного циклов?
9. Для чего служат тепловые машины, работающие по прямому и обратному циклам?
10. Покажите, в чем состоит общность различных формулировок второго закона термодинамики.
11. Как называется процесс, в котором вся подведенная теплота идет на увеличение внутренней энергии?
12. Как называется процесс, в котором вся подведенная теплота идет на совершение работы?
13. Как называется процесс, в котором работа совершается лишь за счет уменьшения внутренней энергии?
14. Как называется процесс, в котором подведенная к рабочему телу теплота численно равна изменению энтальпии? Какая доля подведенной теплоты в этом случае идет на совершение работы?
15. Какой процесс называется политропным?
16. При каких значениях показателя политропы  $n$  можно получить уравнения основных термодинамических процессов? В чем состоит обобщающее значение политропного процесса?
17. Что такое испарение и кипение?
18. Изобразите основные термодинамические процессы с паром в  $p$ - $v$ - и  $T$ - $s$ -диаграммах.
19. Как зависит работа привода компрессора от показателя политропы сжатия?
20. Можно ли в одноступенчатом поршневом компрессоре получить любое конечное давление, и если нельзя, то по каким причинам?
21. Как влияет вредное пространство на производительность компрессора?
22. Как влияет показатель политропы сжатия на конечную температуру газа в одноступенчатом компрессоре?
23. Как передается теплота в процессе теплопроводности?
24. Сформулируйте основной закон теплопроводности.
25. Каков закон распределения температуры по толщине плоской и цилиндрической стенок?

26. При каком условии расчет цилиндрической стенки можно заменить расчетом плоской стенки?
27. Всегда ли с увеличением толщины изоляции цилиндрической трубы тепловой поток через нее уменьшается? По какому условию выбирается изоляция трубы?
28. Сформулируйте основной закон теплоотдачи конвекцией.
29. Какой критерий характеризует вынужденную конвекцию?
30. Из каких уравнений выводятся критерии  $Re$ ,  $Gr$ ,  $Pt$  и  $Nu$ ?
31. Какой критерий характеризует свободную конвекцию?
32. Что характеризует критерий Нуссельта?
33. Что такое определяющая температура и определяющий размер?
34. Почему при обтекании стенки жидкостью в непосредственной близости от поверхности стенки температурный градиент резко увеличивается?
35. Чем отличается теплопередача от теплоотдачи?
36. Какие виды теплообменных аппаратов вы знаете?
37. Где применяют рекуперативные теплообменники?
38. На основе каких исходных уравнений построено определение поверхности рекуперативных теплообменников?
39. Какие преимущества имеет противоточная схема теплообменника перед прямоточной? В каких случаях эти схемы эквивалентны?
40. При каком условии расчет цилиндрической стенки можно заменить расчетом плоской стенки?

## ЛИТЕРАТУРА

### Основная:

1. Теплотехника: учебник для студентов технических специальностей вузов / В. Н. Луканин [и др.] ; ред. В. Н. Луканин. - 6-е изд., стер. - М. : Высшая школа, 2008. - 672 с. : ил.
2. Исследование тепловых процессов на объектах трубопроводного транспорта: учебное пособие для студентов нефтегазового профиля / ТюмГНГУ ; ред. Ю. Д. Земенков. - Тюмень : Вектор Бук, 2008. - 215 с.
3. Эксплуатация объектов хранения и распределения жидких углеводородов: учебное пособие для студентов нефтегазового профиля / Ю. Д. Земенков [и др.]; ред. Ю. Д. Земенков ; ТюмГНГУ. - СПб.: Недра, 2007. - 535 с.: ил.
4. Типовые расчеты процессов в системах транспорта и хранения нефти и газа: учебное пособие для студентов нефтегазового профиля / ТюмГНГУ ; ред. Ю. Д. Земенков. - СПб. : Недра, 2007. - 599 с. : ил.

### Дополнительная:

5. Мониторинг гидродинамических и технических характеристик трубопроводных систем: учебное пособие для студентов нефтегазового профиля / ред. Ю. Д. Земенков. - Тюмень : Вектор Бук, 2008. - 445 с. : ил.
6. Эксплуатация насосно-силового оборудования на объектах трубопроводного транспорта: учебное пособие для студентов, бакалавров и магистров, обучающихся по специальности "Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ" направления подготовки дипломированных специалистов "Нефтегазовое дело" / Ю. Д. Земенков [и др.] ; ред. Ю. Д. Земенков ; ТюмГНГУ. - Тюмень : ТюмГНГУ, 2010. - 456 с. : ил., табл.

Методические указания по выполнению контрольных работ по дисциплине  
«Термодинамика и теплопередача» для студентов всех форм обучения по  
направлению 21.03.01 «Нефтегазовое дело» всех профилей

Составители: Чекардовский Сергей Михайлович  
Кабес Елена Николаевна  
Куликов Алексей Михайлович

В авторской редакции.

Подписано в печать \_\_\_\_\_ 2015. Формат 60×90 1/16. Усл.печ.л. \_\_\_\_\_  
Тираж 45 экз. Заказ № \_\_\_\_\_.

Издательство федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения  
высшего профессионального образования  
«Тюменский государственный нефтегазовый университет».  
625000, Тюмень, ул. Володарского, 38.

Отдел оперативной полиграфии издательства.  
625039, Тюмень, ул. Киевская, 52.

Методические указания по выполнению контрольных работ по дисциплине  
«Термодинамика и теплопередача» для студентов всех форм обучения по  
направлению 131000.62 «Нефтегазовое дело» всех профилей

Составители: Чекардовский Сергей Михайлович  
Кабес Елена Николаевна  
Куликов Алексей Михайлович

*В авторской редакции*

Подписано в печать 16.06.2012. Формат 60х90 1/16. Усл. печ. л. 1,0.  
Тираж 45 экз. Заказ № 1912.

Издательство федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего профессионального образования  
«Тюменский государственный нефтегазовый университет».  
625000, Тюмень, ул. Володарского, 38.

Отдел оперативной полиграфии издательства.  
625039, Тюмень, ул. Киевская, 52.