

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра промышленной теплоэнергетики**

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Е.И. Луковникова

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ТЕПЛОТЕХНИКА**

**Б1.В.15**

**НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ**

**23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы**

**ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ**

**Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины  
и оборудование**

Программа академического бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

<b>СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ</b>		<b>Стр.</b>
<b>1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>		3
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>		4
<b>3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ</b>		4
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....		4
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоёмкости .....		5
<b>4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>		5
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий .....		5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам .....		7
4.3 Лабораторные работы.....		9
4.4 Семинары / практические занятия....		9
4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат .....		9
<b>5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>		10
<b>6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>		11
<b>7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>		11
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>		12
<b>9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>		13
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ/практических работ.....		13
<b>10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>		24
<b>11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>		24
<b>Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....</b>		25
<b>Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины .....</b>		30
<b>Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе .....</b>		31

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

## Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к проектно-конструкторскому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

## Цель дисциплины

Формирование у обучающихся и приобретение ими знаний в области основных законов термодинамики, теории теплообмена и тепломассообменных устройств, теплогенерирующих устройств и теплоиспользующих установок, основных направлений экономии энергоресурсов.

## Задачи дисциплины

Подготовка бакалавров, обучающихся по направлению «Наземные транспортно-технологические комплексы» к самостоятельной деятельности по выполнению теплотехнических расчетов оборудования и установок для транспортно-технологических комплексов, к правильной эксплуатации этого оборудования и установок при минимальных затратах энергоресурсов.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-7	способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	<b>Знать:</b> - основные закономерности описания термодинамических систем и термодинамических процессов; - закономерности различных процессов тепломассообмена; <b>Уметь:</b> - рассчитывать различные виды теплопереноса; <b>Владеть:</b> - методами анализа термодинамических процессов.
ПК-4	способностью в составе коллектива исполнителей участвовать в разработке конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и комплексов	<b>Знать:</b> - механизм преобразования тепловой энергии в механическую; <b>Уметь:</b> - выполнять расчеты параметров состояния рабочих тел тепловых двигателей; <b>Владеть:</b> - способами интенсификации различных видов теплопереноса.
ПК-5	способностью в составе коллектива исполнителей участвовать в разработке проектов технических условий, стандартов и технических описаний наземных транспортно-технологических машин	<b>Знать:</b> - устройство теплотехнического оборудования; <b>Уметь:</b> - рассчитывать основные показатели термодинамических циклов тепловых двигателей; <b>Владеть:</b> - методами анализа термодинамических процессов; - способами интенсификации различных видов теплопереноса.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.15 Теплотехника относится к вариативной части.

Дисциплина Б1.В.15 Теплотехника базируется на знаниях, полученных при изучении Б1.Б.4 Математика, Б1.Б.5 Физика, Б1.В.ДВ.6.1 Техническая физика.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, Б1.В.15 Теплотехника представляет основу для изучения дисциплин: Б1.В.20 ДВС и автотракторное оборудование, Б1.В.11.1 Машины для земляных работ, Б1.В.12.1 Машины непрерывного транспорта, Б1.В.10 Эффективность использования транспортно-технологических систем.

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

## 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

- для набора 2014-2018 гг.

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Курсовая работа (проект), контрольная работа, реферат, РГР	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	3	5	108	51	34	17	-	57	-	Зачет
Заочная	4	-	108	12	8	4	-	92	-	Зачет
Заочная (ускоренное обучение)	2	-	108	10	8	2	-	94	-	Зачет
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- для набора 2013 г.

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Курсовая работа (проект), контрольная работа, реферат, РГР	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Заочная	3	-	108	12	8	4	-	92	-	Зачет
Заочная (ускоренное обучение)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### 3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудо- емкость (час.)	в т.ч. в ин- терактив- ной, актив- ной, иннова- ционной формах, (час.)	Распреде- ние по семест- рам, час
			5
1	2	3	4
<b>I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)</b>	51	12	51
Лекции (Лк)	34	4	34
Лабораторные занятия (Лб)	17	8	17
Консультации	+	-	+
<b>II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)</b>	57	-	57
Подготовка к лабораторным работам	30	-	30
Подготовка к зачету	27	-	27
<b>III. Промежуточная аттестация зачет</b>	+	-	+
Общая трудоемкость дисциплины ..... час.	108	-	108
зач. ед.	3	-	3

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий

- для очной формы обучения:

№ раз- дела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудо- ем- кость, (час.)	Виды учебных занятий, включая само- стоятельную работу обучающихся и трудоёмкость; (час.)		
			учебные занятия		самостоя- тельная ра- бота обуча- ющихся*
			лекции	лаборатор- ные работы	
1	2	3	4	5	6
<b>1.</b>	<b>Основы термодинамики</b>	<b>37</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>19</b>
1.1.	Основные понятия и исходные положения термодинамики	7	2	-	5
1.2.	Первый закон термодинамики	9	3	4	2
1.3.	Второй закон термодинамики	7	3	-	4
1.4	Основные термодинамические процессы в газах, парах и их смесях	7	3	-	4
1.5	Циклы теплосиловых установок	7	3	-	4
<b>2.</b>	<b>Основы теории теплообмена</b>	<b>36</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>11</b>
2.1.	Основные понятия и определения	3	1	-	2
2.2.	Теплопроводность	6	2	3	1
2.3.	Конвективный теплообмен (теплоотдача)	12	4	6	2
2.4.	Лучистый теплообмен	7	2	4	1
2.5.	Теплопередача	4	1	-	3
2.6.	Основы теплового расчета теплообменников аппаратов	4	2	-	2
<b>3.</b>	<b>Тепломассообменные, тепло- использующие и теплогенера-</b>	<b>35</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>27</b>

	<b>рующие установки</b>				
3.1	Топливо и основы горения.	12	3	-	9
3.2	Теплогенерирующие устройства.	12	3	-	9
3.3	Повышение эффективности использования топливноэнергетических ресурсов.	11	2	-	9
	<b>ИТОГО</b>	<b>108</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>57</b>

- для заочной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		самостоятельная работа обучающихся*
			лекции	лабораторные работы	
1	2	3	4	5	6
<b>1.</b>	<b>Основы термодинамики</b>	<b>36</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>31</b>
1.1.	Основные понятия и исходные положения термодинамики	7	0,25	-	6
1.2.	Первый закон термодинамики	9	0,75	1	8
1.3.	Второй закон термодинамики	7	1	-	6

1	2	3	4	5	6
1.4	Основные термодинамические процессы в газах, парах и их смесях	7	1	-	6
1.5	Циклы теплосиловых установок	6	1	-	5
<b>2.</b>	<b>Основы теории теплообмена</b>	<b>35</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>29</b>
2.1.	Основные понятия и определения	3	0,5	-	2,5
2.2.	Теплопроводность	5	0,5	1	4,5
2.3.	Конвективный теплообмен (теплоотдача)	12	0,5	1	10,5
2.4.	Лучистый теплообмен	7	0,5	1	5,5
2.5.	Теплопередача	4	0,5	-	3
2.6.	Основы теплового расчета теплообменник аппаратов	4	0,5	-	3
<b>3.</b>	<b>Тепломассообменные, теплоиспользующие и теплогенерирующие установки</b>	<b>33</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>32</b>
3.1	Топливо и основы горения.	12	0,75	-	11
3.2	Теплогенерирующие устройства.	11	0,75	-	11
3.3	Повышение эффективности использования топливноэнергетических ресурсов.	10	0,5	-	10
	<b>ИТОГО</b>	<b>104</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>92</b>

- для заочной формы обучения (ускоренное обучение):

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		самостоятельная работа обучающихся*
			лекции	лабораторные работы	
1	2	3	4	5	6
<b>1.</b>	<b>Основы термодинамики</b>	<b>36</b>	<b>3</b>	<b>0,5</b>	<b>32</b>
1.1.	Основные понятия и исходные положения термодинамики	7	0,25	-	6
1.2.	Первый закон термодинамики	9	0,75	0,5	9
1.3.	Второй закон термодинамики	7	1	-	6
1.4	Основные термодинамические процессы в газах, парах и их смесях	7	1	-	6
1.5	Циклы теплосиловых установок	6	1	-	5
<b>2.</b>	<b>Основы теории теплообмена</b>	<b>35</b>	<b>3</b>	<b>1,5</b>	<b>30</b>
2.1.	Основные понятия и определения	3	0,5	-	2,5
2.2.	Теплопроводность	6	0,5	0,5	5
2.3.	Конвективный теплообмен (теплоотдача)	11	0,5	0,5	10,5
2.4.	Лучистый теплообмен	7	0,5	0,5	6
2.5.	Теплопередача	4	0,5	-	3
2.6.	Основы теплового расчета теплообменник аппаратов	4	0,5	-	3
<b>3.</b>	<b>Тепломассообменные, теплоиспользующие и теплогенерирующие установки</b>	<b>33</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>32</b>
3.1	Топливо и основы горения.	12	0,75	-	11
3.2	Теплогенерирующие устройства.	11	0,75	-	11
3.3	Повышение эффективности использования топливозаэнергетических ресурсов.	10	0,5	-	10
	<b>ИТОГО</b>	<b>104</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>94</b>

#### 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

№ раздела и темы	Наименование раздела и темы дисциплины	Содержание лекционных занятий	Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)
1	2	3	4
<b>1.</b>	<b>Основы термодинамики</b>		
1.1.	Основные понятия и исходные положения термодинамики	Предмет и метод термодинамики. Термодинамическая система. Термодинамические параметры состояния. Уравнение состояния. Термодинамический процесс	-
1.2.	Первый закон термодинамики	Внутренняя энергия. Работа расширения. Теплота. Аналитическое выражение первого закона термодинамики. Теплоемкость газов. Энтальпия.	-

1.3.	Второй закон термодинамики	Энтропия. Общая формулировка второго закона. Прямой цикл Карно. Обобщенный (регенеративный) цикл Карно. Обратный цикл Карно. Изменение энтропии в неравновесных процессах. Статистическое толкование второго начала термодинамики. Эксергия.	-
1.4	Основные термодинамические процессы в газах, парах и их смесях	Термодинамические процессы идеальных газов в закрытых системах. Термодинамические процессы реальных газов. Смеси идеальных газов. Влажный воздух.	-
1.5	Циклы теплосиловых установок	Термодинамическая эффективность циклов теплосиловых установок. Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания. Цикл газотурбинной установки. Циклы паротурбинных установок. Парогазовые циклы	Лекция с текущим контролем (2 часа)
<b>2.</b>	<b>Основы теории теплообмена</b>		
2.1.	Основные понятия и определения	Способы передачи теплоты. Количественные характеристики переноса теплоты.	-
2.2.	Теплопроводность	Основной закон теплопроводности. Коэффициент теплопроводности. Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме.	-
2.3.	Конвективный теплообмен (теплоотдача)	Основной закон конвективного теплообмена. Пограничный слой. Понятие о методе анализа размерностей и теории подобия. Теплоотдача при вынужденном движении теплоносителя. Теплоотдача при естественной конвекции. Теплоотдача при изменении агрегатного состояния вещества. Ориентировочные значения коэффициентов теплоотдачи.	-
2.4.	Лучистый теплообмен	Описание процесса и основные определения. Теплообмен излучением системы тел в прозрачной среде. Использование экранов для защиты от излучения. Перенос лучистой энергии в поглощающей и излучающей среде.	-
2.5.	Теплопередача	Сложный теплообмен. Теплопередача между двумя жидкостями через разделяющую их стенку. Интенсификация теплопередачи. Тепловая изоляция.	-
2.6.	Основы теплового расчета теплообменников аппаратов	Типы теплообменных аппаратов. Расчетные уравнения. Учет возможных отклонений реальных условий работы теплообменника от расчетных. Виды теплового расчета теплообменников.	Лекция с текущим контролем (2 часа)
<b>3.</b>	<b>Тепломассообменные, теплоиспользующие и теплогенерирующие установки</b>		
3.1	Топливо и основы горения.	Топливо и основы горения. Классификация топлив. Использование различных видов топлива в отрасли. Элементарный состав топлива. Теплота сгорания. Понятие об условном топливе. Коэффициент избытка воздуха. КПД тепловых устройств.	-
3.2	Теплогенерирующие устройства.	Теплогенерирующие устройства. Конструкции топок. Парогенераторы. Устройства для сжигания топлива. Форсунки, колосниковые решетки, газовые горелки. Контроль процесса горения и регулирование подачи топлива и воздуха в процессе сжигания топлива.	-
3.3	Повышение эффективности использования топливозаэнергетических ресурсов	Энергетический и эксергетический методы оценки несовершенства технологических процессов. Основные способы организации энергосберегающих технологий. Утилизация вторичных (побочных) энергоресурсов (ВЭР).	-

### 4.3. Лабораторные работы

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование лабораторной работы</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в ин- терактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	1.	Определение изобарной теплоемкости воздуха	4	Работа в малых группах (2 часа)
2	2.	Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала.	3	Работа в малых группах (2 часа)
3	2.	Определение коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции.	3	Работа в малых группах (2 часа)
4	2.	Определение коэффициента теплоотдачи при вынужденной конвекции.	3	Работа в малых группах (1 час)
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
5	2.	Исследование теплообмена излучением	4	Работа в малых группах (1 час)
<b>ИТОГО</b>			<b>17</b>	<b>8</b>

### 4.4. Семинары/ практические занятия

Учебным планом не предусмотрено.

### 4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат

Учебным планом не предусмотрено.

**5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

№, наименование разделов дисциплины	Кол-во часов	Компетенции			$\Sigma$ комп.	$t_{cp}$ , час	Вид учебных занятий	Оценка результатов
		ОПК	ПК					
		7	4	5				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Основы термодинамики	37	+	+	+	3	37	ЛК, ЛБ, СРС	зачет
2. Основы теории теплообмена	36	+	+	+	3	36	ЛК, ЛБ, СРС	зачет
3. Тепломассообменные, теплоиспользующие и теплогенерирующие установки	35	+	+	+	3	35	ЛК, СРС	зачет
<i>всего часов</i>	<b>108</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>3</b>	<b>36</b>		

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Теплотехника: лабораторный практикум / Г. В. Пак, Л. Ф. Гутчинский [и др.]. - Братск: БрГТУ, 2004. - 53 с.
2. Коваленко, И. В. Теплотехника. Исследование теплообмена излучением: методические указания по выполнению лабораторной работы / И. В. Коваленко. - Братск: БрГУ, 2011. - 13 с.
3. Латушкина, С. В. Теплотехника. Определение теплоемкости воздуха: методические указания к выполнению лабораторной работы / С. В. Латушкина. - Братск: БрГУ, 2012. - 16 с.
4. Федяева, В. Н. Теплообмен. Определение коэффициента теплоотдачи при естественной конвекции на обогреваемом цилиндре: методические указания по выполнению лабораторных работ / В. Н. Федяева, А. А. Федяев. - Братск БрГУ, 2009. - 13 с.
5. Гутчинский, Л. Ф. Теплотехника: методические указания к выполнению контрольной работы / Л. Ф. Гутчинский. - Братск: БрГУ, 2012. - 31 с.
6. Круглов, Г. А. Теплотехника: учебное пособие / Г. А. Круглов, Р. И. Булгакова, Е. С. Круглова. - 2-е изд., стереотип. - Санкт-Петербург: Лань, 2012. - 208 с.

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Наименование издания	Вид занятия	Количество экземпляров в библиотеке, шт.	Обеспеченность, (экз./ чел.)
1	2	3	4	5
<b>Основная литература</b>				
1.	Кудинов, И.В. Теоретические основы теплотехники : учебное пособие / И.В. Кудинов, Е.В. Стефанюк ; Министерство образования и науки РФ, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Самарский государственный архитектурно-строительный университет». - Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2013. - Ч. I. Термодинамика. - 172 с.: ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9585-0554-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=256110">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=256110</a>	Лк, ЛР	1(ЭУ)	1
2.	Стоянов, Н.И. Теоретические основы теплотехники: техническая термодинамика и теплообмен : учебное пособие / Н.И. Стоянов, С.С. Смирнов, А.В. Смирнова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». - Ставрополь : СКФУ, 2014. - 225 с. : ил.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=457750">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=457750</a>	Лк, ЛР	1(ЭУ)	1
3.	Амирханов, Д.Г. Теплопередача : учебное пособие / Д.Г. Амирханов ; Федеральное агентство по образованию, ГОУ ВПО Казанский государственный технологический университет. - Казань: КГТУ, 2008. - 119 с. : ил., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-0611-0; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=258943">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=258943</a>	Лк, ЛР	1(ЭУ)	1
4.	Амирханов, Д.Г. Техническая термодинамика : учебное	Лк, ЛР	1(ЭУ)	1

	пособие / Д.Г. Амирханов, Р.Д. Амирханов ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет» ; под ред. Е.И. Шевченко. - Казань : Издательство КНИТУ, 2014. - 264 с. : табл., граф., ил. - Библиогр.: с. 250. - ISBN 978-5-7882-1664-5; То же [Электронный ресурс]. URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=428258">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=428258</a>			
5.	Круглов, Г.А. Теплотехника [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г.А. Круглов, Р.И. Булгакова, Е.С. Круглова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2012. — 208 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/3900">https://e.lanbook.com/book/3900</a> .	Лк, ЛР	1(ЭУ)	1
<b>Дополнительная литература</b>				
6.	Теплотехника : учебник для вузов / В. Н. Луканин, М. Г. Шатров, Г. М. Камфер и др. - 5-е изд., стереотип. - Москва: Высшая школа, 2006. - 671 с.	Лк, ЛР	15	0,5
7.	Теплотехника : учебник для вузов / А. П. Баскаков, Г. В. Берг, О. К. Витт. - 2-е изд., перераб. - Москва: Энергоатомиздат, 1991. - 224 с.	Лк, ЛР	76	1
8.	Тихомиров, К. В. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция: учебное пособие / К. В. Тихомиров, Э. С. Сергеенко. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва: Стройиздат, 1991. - 479 с.	Лк, ЛР	152	1
9.	Теплотехника : учебное пособие для вузов / Под ред. Г. А. Матвеева. - Москва : Высшая школа, 1981. - 480 с.	Лк, ЛР	74	1
10.	Теплотехника, отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха : учебник для вузов / Под ред. В.М. Гусева. - Ленинград: Стройиздат, 1981. - 343 с.	Лк, ЛР	101	1
11.	Тихомиров, К. В. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция: учебник для вузов / К. В. Тихомиров, Э. С. Сергеенко. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: Стройиздат, 1981. - 272 с.	Лк, ЛР	394	1
12.	Теплотехника : лабораторный практикум / Г. В. Пак, Л. Ф. Гутчинский [и др.]. - Братск : БрГТУ, 2004. - 53 с.	ЛР	46	1
13.	Коваленко, И. В. Теплотехника. Исследование теплообмена излучением : методические указания по выполнению лабораторной работы / И. В. Коваленко. - Братск : БрГУ, 2011. - 13 с.	ЛР	86	1
14.	Гутчинский, Л. Ф. Теплотехника: методические указания к выполнению контрольной работы / Л. Ф. Гутчинский. - Братск : БрГУ, 2012. - 31 с.	Лк	86	1
15.	Латушкина, С. В. Теплотехника. Определение теплоемкости воздуха: методические указания к выполнению лабораторной работы / С. В. Латушкина. - Братск: БрГУ, 2012. - 16 с.	ЛР	93	1

## **8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ

[http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r\\_15/cgiirbis\\_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=](http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=).

2. Электронная библиотека БрГУ

<http://ecat.brstu.ru/catalog> .

3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»  
<http://biblioclub.ru> .
4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»»  
<http://e.lanbook.com> .
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"  
<http://window.edu.ru> .
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru> .
7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)  
<https://uisrussia.msu.ru/> .
8. Национальная электронная библиотека НЭБ  
<http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/> .

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ/практических работ

#### Лабораторная работа №1 Определение изобарной теплоемкости воздуха

Лабораторное занятие проходит в интерактивной форме – работа в малых группах (2 часа).

#### Цель работы:

Экспериментальное определение средней массовой теплоемкости воздуха при постоянном давлении и сопоставление результатов с табличными значениями.

#### Задание:

1. подключить установку для определения изобарной теплоемкости воздуха к сети;
2. провести необходимые теплотехнические измерения;
3. определить по формулам изобарную теплоемкость воздуха и сравнить ее с табличным значением.

#### Порядок выполнения:

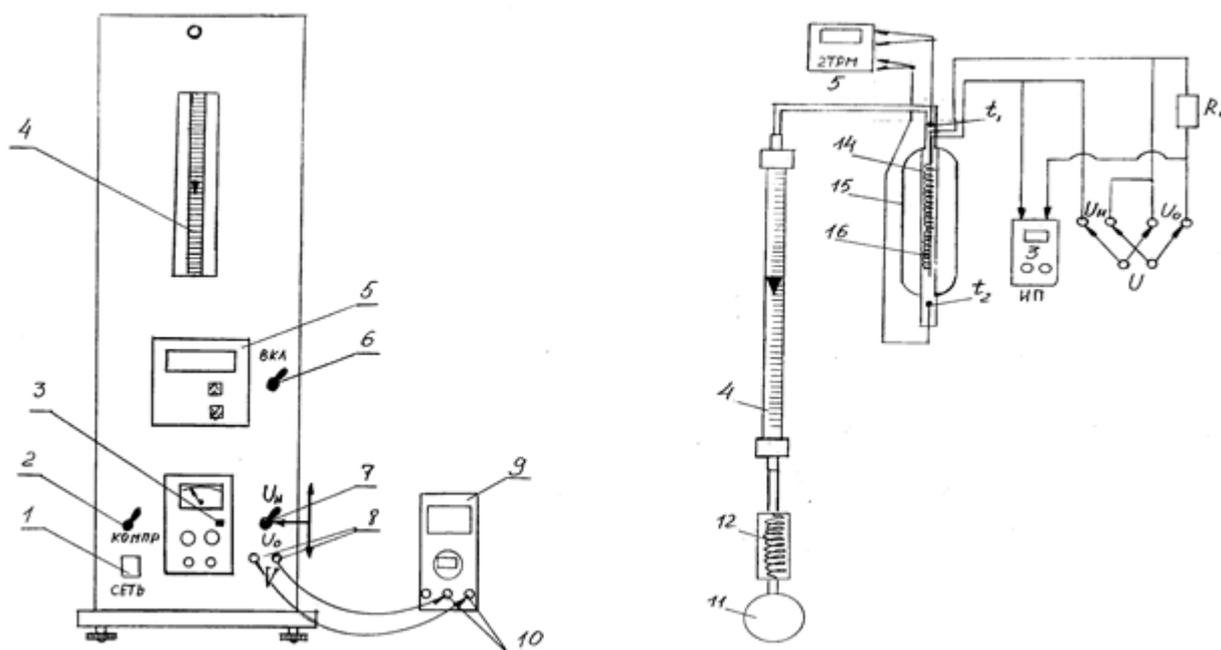


Рис. 1.1 Установка для определения изобарной теплоемкости воздуха:  
а – общий вид; б – схема рабочего участка

- 1) Подсоединить мультиметр **9** с помощью проводов **10** к разъёмам **8** на передней панели установки.
- 2) Подключить установку к сети.
- 3) Включить питание установки тумблером «Сеть» **1**, измеритель температуры **5** - тумблером **6**, компрессор - тумблером **2**.
- 4) Включить питание нагревателя кнопочным выключателем **3** источника питания и установить первое значение напряжения  $U_H=3B$ .
- 5) Включить мультиметр и измерить точное значение  $U_H$  и  $U_o$ , переключая тумблер **7** в соответствующие положения.
- 6) Через 4-5 минут (по достижении стационарного режима) произвести отсчёт температур  $t_1$  и  $t_2$  по измерителю 2ТРМО и объёмного расхода воздуха  $G_v$  по ротаметру **4** (по показаниям верхней плоскости поплавка).
- 7) Пункты 4-6 повторить для следующих значений напряжения на нагревателе  $U_H=4; 5; 6; 7B$ .
- 8) Результаты измерений заносят в табл. 1.1

Таблица 1.1

Номер опыта	$t_1$ , °С	$t_2$ , °С	$U_H$ , В	$U_o$ , мВ	$I$ , А
1					
2					
3					
4					
...					

- 9) По результатам измерений по методике, изложенной в [15] производится обработка опытных данных. Результаты обработки заносятся в таблицу 1.2.

Таблица 1.2

Номер опыта	$\Delta t$ , °С	$Q$ , Вт	$G_m$ , кг	$C_{рт}^{экс}$ , кДж/(кг*°С)	$C_{рт}^{таб}$ , кДж/(кг*°С)	$k$
1						
2						
3						
...						

#### Форма отчетности:

Отчет набирается на компьютере или в рукописном виде. В отчете должны присутствовать:

1. цель работы;
2. теоретические основы методики проведения опыта;
3. описание схемы экспериментальной установки и порядок проведения эксперимента;
4. результаты теплотехнических измерений в виде таблицы;
5. обработку результатов опыта и сведение их в таблицу;
6. сравнение результатов опыта со справочными данными и оценку погрешности опыта;
7. выводы по работе.

#### Задания для самостоятельной работы:

1. проработать рекомендуемые источники, основную и дополнительную литературу по изучаемому вопросу с целью углубления, систематизации и расширения полученных знаний.
2. ответить на контрольные вопросы для самопроверки.
3. составить отчет с указанием списка использованных источников.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе:

Подготовка к лабораторной работе начинается с проработки материала по методическим указаниям к проведению лабораторных работ и рекомендуемых источников.

Основная литература: [1-5]

Дополнительная литература: [6-11,15]

Контрольные вопросы для самопроверки:

1. Дайте определение теплоемкости.
2. Что понимается под истинной и средней теплоемкостями?
3. Как различают теплоемкость по количеству вещества, к которому подводится теплота?
4. Как различают теплоемкость в зависимости от условий протекания процесса теплообмена?
5. Чему равна теплоемкость при адиабатном и изотермическом процессах?
6. Как зависит теплоемкость идеального и реального газов от температуры?
7. Какими зависимостями связаны между собой  $C_p$  и  $C_v$ ?
8. Как связаны между собой массовая, объемная и мольная теплоемкости?
9. Как определить теплоемкость в диапазоне температур от  $t_1$  до  $t_2$  по известным значениям теплоемкостей в диапазонах от  $0$  до  $t_1$  и от  $0$  до  $t_2$ ?

**Лабораторная работа №2 Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала.**

Лабораторное занятие проходит в интерактивной форме – работа в малых группах (2 часа).

Цель работы:

Ознакомление обучающихся с методикой определения коэффициента теплопроводности шнурового асбеста.

Задание:

1. подключить установку для определения коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала к сети;
2. провести необходимые теплотехнические измерения;
3. определить по формулам коэффициент теплопроводности теплоизоляционного материала и сравнить ее с табличным значением.

Порядок выполнения:

1) Установка состоит из латунной трубки 1 (рис.2.1), длиной  $l$  покрытой слоем шнурового асбеста 2. На внутренней и наружной поверхностях теплоизоляции установлены горячие спаи термопар 3 для измерения температур на внутренней и наружной поверхности. холодные спаи термопар 4 выведены за пределы теплоизоляционного слоя и имеют температуру окружающей среды.

2) После включения электронагревателя 5 в сеть устанавливают с помощью автотрансформатора 6 силу тока, соответствующую первому режиму. При этом контролируют электрические параметры тока с помощью амперметра 7 и вольтметра 8.

3) При наступлении стационарного режима (неизменность температуры во времени) производят измерение температур на внутренней и наружной поверхностях теплоизолятора с помощью измерителя температур 9.

4) После проведения измерений температур устанавливают при помощи автотрансформатора второй режим, дают выдержку 10-15 минут с целью достижения стационарного режима, затем производят измерения температур и электрических параметров нагревателя во втором режиме.

5) Результаты измерений заносят в таблицу 2.1.

Таблица 2.1

Режим	Сила тока А	Напряжение В	Температура		l, м	Dвн, м	Dн, м
			tвн, °C	tн, °C			
1							
2							

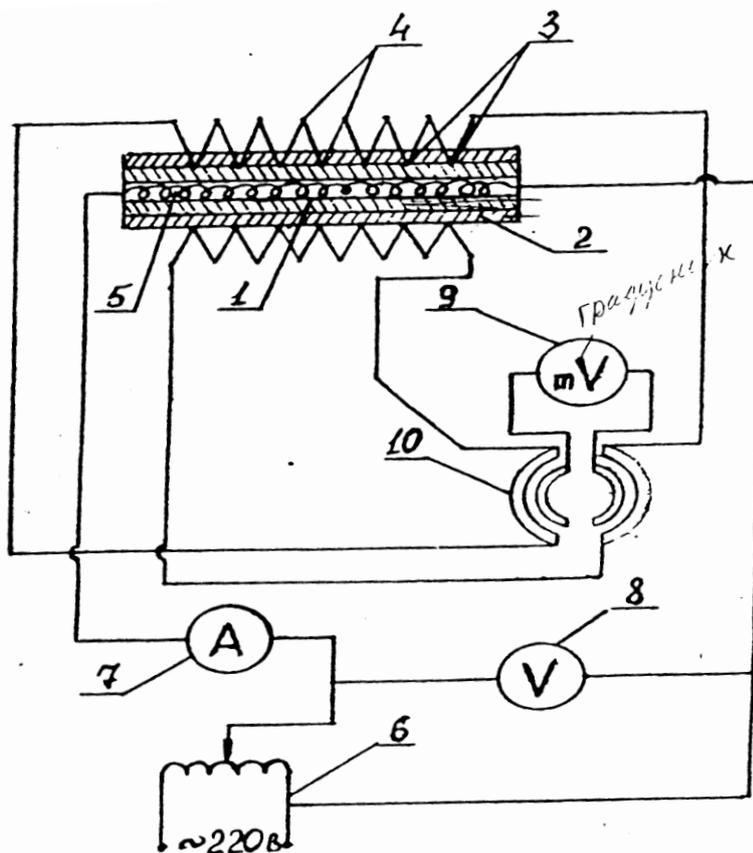


Рис. 1.1 Схема установки:  
 1 - латунная трубка, 2 - слой теплоизоляции,  
 3-горячие спай термопар, 4-холодные спай термопар,  
 5 - электронагреватель, 6 - автотрансформатор,  
 7 - амперметр, 8 - вольтметр, 9 - милливольтметр,  
 10 - переключатель термопар

Рис.2.1.- Принципиальная схема установки

6) Значения конструктивных параметров и режимы опытов представлены на лицевой панели стенда

7) Выполнив работу для двух рекомендованных преподавателем режимах, следует определить коэффициент теплопроводности для каждого режима.

8) В заключении сравнивают справочную величину коэффициента теплопроводности с опытной и определяют погрешность эксперимента.

9) Делаются необходимые выводы

Форма отчетности:

Отчет набирается на компьютере или в рукописном виде. В отчете должны присутствовать:

1. номер и название лабораторной работы;

2. цель работы;
3. схема лабораторной установки;
4. таблицы;
5. рабочие формулы;
6. обработка результатов;
7. вывод.

Задания для самостоятельной работы:

1. Проработать рекомендуемые источники, основную и дополнительную литературу по изучаемому вопросу с целью углубления, систематизации и расширения полученных знаний.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.
3. Составить отчет с указанием списка использованных источников.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе:

Подготовка к лабораторной работе начинается с проработки материала по методическим указаниям к проведению лабораторных работ и рекомендуемых источников.

Основная литература: [1-5]

Дополнительная литература: [6-12]

Контрольные вопросы для самопроверки:

1. Физическая сущность процесса теплопроводности.
2. Формулировка закона Фурье.
3. Теплопроводность веществ: металлов, газов, жидкостей, строительных и теплоизоляционных материалов.
4. Факторы, влияющие на коэффициент теплопроводности.
5. Методика экспериментального определения коэффициента теплопроводности
6. Основные составляющие погрешности опыта

**Лабораторная работа №3 Определение коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции воздуха.**

Лабораторное занятие проходит в интерактивной форме – работа в малых группах (2 часа).

Цель работы:

Освоение методики определения интенсивности теплоотдачи от горизонтальной трубы при свободной конвекции воздуха.

Задание:

1. подключить установку для определения коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции к сети;
2. провести необходимые теплотехнические измерения;
3. определить по формулам коэффициент теплоотдачи при свободной конвекции и сравнить расчетное значение с экспериментальным.

Порядок выполнения:

1) Установка состоит из латунной трубки (рис. 3.1) длиной  $L$  4 и диаметром  $d$ , на поверхности которой установлены термодатчики 2. После включения в сеть электронагревательного элемента 3 автотрансформатором 7 устанавливается ток первого режима, который контролируется амперметром 6. Величина напряжения на электронагревателе контролируется вольтметром 5.

2) После установления стационарного режима производят измерение температуры стенки по всей длине трубы, последовательно переключая термодатчики. Через несколько минут

(5-10 мин) измерение повторяют для проверки стационарности режима. Если значения температур в соответственных точках не отличаются друг от друга, результаты измерений заносят в таблицу 3.1.

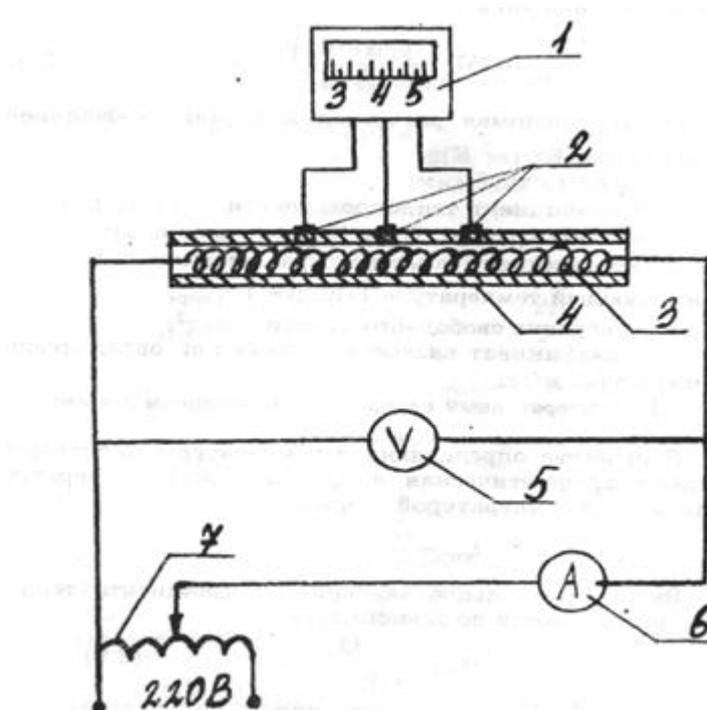
3) После этого проводят эксперимент при втором режиме, параметры которого задает преподаватель.

Таблица 3.1

режим	I, А	U, В	L,	d, м	Показания прибора, °С			
					t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>3</sub>	t <sub>ср</sub>
1								
2								

4) В работе следует рассчитать коэффициент теплоотдачи по табличным данным, используя [12] и сравнить его с опытным значением  $\alpha_{оп}$ , вычисляемым по формуле (2.6), приведенной в [12]

5) Делаются необходимые выводы



1 - измерительный прибор, 2 - термодатчик, 3 - электронагреватель,  
4 - латунная трубка, 5- вольтметр, 6 - амперметр, 7 – автотрансформатор

Рис.3.1- Схема экспериментальной установки

Форма отчетности:

Отчет набирается на компьютере или в рукописном виде. В отчете должны присутствовать:

1. номер и название лабораторной работы;
2. цель работы;
3. схема лабораторной установки;
4. таблицы;
5. рабочие формулы;
6. обработка результатов;
7. вывод.

Задания для самостоятельной работы:

1. проработать рекомендуемые источники, основную и дополнительную литературу по изучаемому вопросу с целью углубления, систематизации и расширения полученных знаний.

2. ответить на контрольные вопросы для самопроверки.
3. составить отчет с указанием списка использованных источников.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе:

Подготовка к лабораторной работе начинается с проработки материала по методическим указаниям к проведению лабораторных работ и рекомендуемых источников.

Основная литература: [1-5]

Дополнительная литература: [6-12]

Контрольные вопросы для самопроверки:

1. Физическая природа процесса теплоотдачи при свободной конвекции.
2. Факторы, влияющие на теплоотдачу при свободной конвекции.
3. Понятие коэффициента теплоотдачи.
4. Критерии подобия для описания интенсивности теплоотдачи при свободной конвекции.
5. Режим течения теплоносителя при свободной конвекции.
6. Как осуществляется выбор коэффициентов  $C$  и  $n$  в уравнении (2.3).
7. Способы интенсификации теплоотдачи.
8. Методика определения коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции.
9. Основные составляющие погрешности опыта.

**Лабораторная работа № 4 Определение коэффициента теплоотдачи при вынужденной конвекции воздуха.**

Лабораторное занятие проходит в интерактивной форме – работа в малых группах (1 час).

Цель работы:

Экспериментальное определение среднего коэффициента теплоотдачи при движении воздуха в трубе и изучение влияния режима движения воздуха на коэффициент теплоотдачи.

Задание:

1. подключить установку для определения коэффициента теплоотдачи при вынужденной конвекции к сети;
2. провести необходимые теплотехнические измерения;
3. определить по формулам коэффициент теплоотдачи при вынужденной конвекции и сравнить расчетное значение с экспериментальным.

Порядок выполнения:

1) Установка состоит из трубы 1 (рис.4.1) на внешней поверхности которой намотана нихромовая нить 2, служащая для нагрева воздуха, движущегося внутри трубы. Изменение степени нагрева воздуха производится путем регулирования силы тока, проходящего через нихромовую нить. Сила тока задается автотрансформатором 4 и контролируется амперметром 5.

2) Для измерения температур воздуха и поверхности трубы по всей ее длине установлено пять термопар 3. Термопары Т1 и Т5 служат для определения температур воздуха на входе и выходе из трубы, а термопары Т2, Т3 и Т4 для измерения температур поверхности стенок трубы. В качестве вторичного прибора, регистрирующего ЭДС термопар, используется милливольтметр 9. Для последовательного подключения термопар используются клавиши 10.

3) Изменяя реостатом 6 напряжение на электродвигателе вентилятора 7, регулируют расход воздуха, проходящего через трубу. Контроль расхода воздуха осуществляется U – образным манометром 8.

4) Для выполнения работы необходимо установить рекомендованный преподавателем режим движения воздуха и силу тока.

5) После достижения стационарного теплового режима (через 30 мин. после включения) необходимо измерить расход воздуха (по U – образному манометру и градуировочной кривой) и температуры воздуха на входе в трубу и выходе из нее. Для измерения температуры воздуха нажимают кнопку 1 милливольтметра КВМ-1, а затем 5 и снимают по шкале прибора значение температур  $t_1$  и  $t_5$  в  $^{\circ}\text{C}$ .

6) Аналогичным образом находится температура стенки трубы. Последовательным нажатием кнопок 2, 3 и 4 подключают термопары T2, T3 и T4, расположенные на поверхности трубы и определяют температуры  $t_2$ ,  $t_3$  и  $t_4$ , и затем среднюю температуру стенки трубы  $t_c$ .

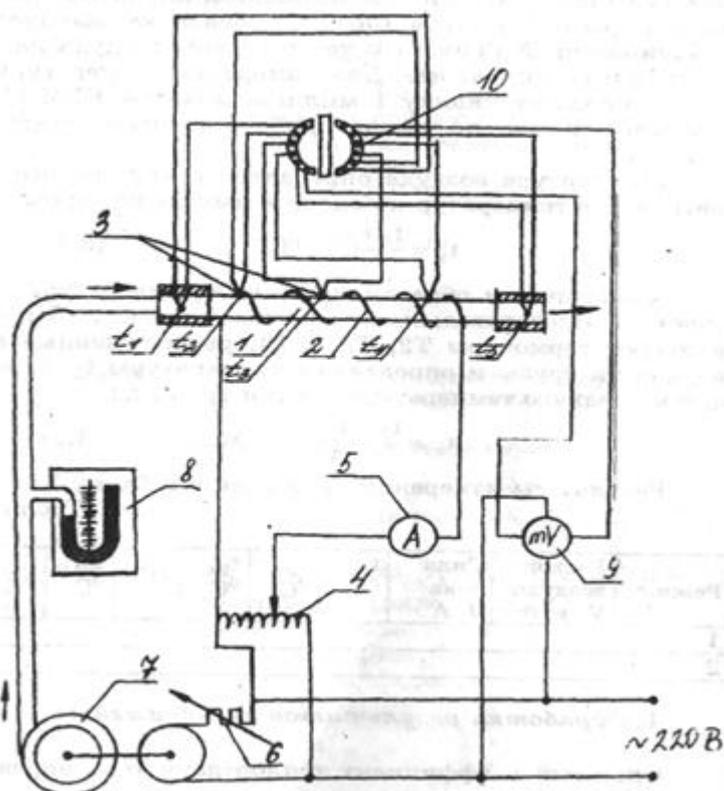
7) Результаты измерений заносятся в таблицу 4.1

Таблица 4.1

режим	Расход Воздуха $V, \text{ м}^3/\text{с}$	Сила Тока $J, \text{ А}$	$t_1$	$t_5$	$t_b$	$t_2$	$t_3$	$t_4$	$t_c$
1									
2									

8) В работе следует рассчитать коэффициент теплоотдачи по табличным данным, используя [12] и сравнить его с опытным значением  $\alpha_{оп}$ , вычисляемым по формуле (3.1), приведенной в [12]

9) Делаются необходимые выводы



1 – труба, 2 – нихромовая нить, 3 – горячие спаи термопар, 4 – автотрансформатор, 5 – амперметр, 6 – реостат, 7 – воздуходувка, 8 – манометр, 9 – милливольтметр, 10 – переключатель термопар

Форма отчетности:

Отчет набирается на компьютере или в рукописном виде. В отчете должны присутствовать:

1. номер и название лабораторной работы;
2. цель работы;
3. схема лабораторной установки;
4. таблицы;
5. рабочие формулы;
6. обработка результатов;
7. вывод.

Задания для самостоятельной работы:

1. проработать рекомендуемые источники, основную и дополнительную литературу по изучаемому вопросу с целью углубления, систематизации и расширения полученных знаний.
2. ответить на контрольные вопросы для самопроверки.
3. составить отчет с указанием списка использованных источников.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе:

Подготовка к лабораторной работе начинается с проработки материала по методическим указаниям к проведению лабораторных работ и рекомендуемых источников.

Основная литература: [1-5]

Дополнительная литература: [6-12]

Контрольные вопросы для самопроверки:

1. Физическая сущность процесса теплоотдачи при вынужденной конвекции,
2. Понятие коэффициента теплоотдачи.
3. Критерии подобия, определяющие интенсивность теплоотдачи при вынужденной конвекции.

**Лабораторная работа №5 Изучение теплообмена излучением**

Лабораторное занятие проходит в интерактивной форме – работа в малых группах (1 час).

Цель работы:

Экспериментально определить интегральный коэффициент излучения тонкой вольфрамовой проволоки нагретой электрическим током в интервале температур от 100 до 800 °С.

Задание:

1. подключить установку для определения интегрального коэффициента излучения тонкой вольфрамовой проволоки;
2. провести необходимые теплотехнические измерения;
3. определить по формулам интегральный коэффициент излучения тонкой вольфрамовой проволоки и сравнить с табличным значением.

Порядок выполнения:

Схема экспериментальной установки приведена на Рис.5.1.

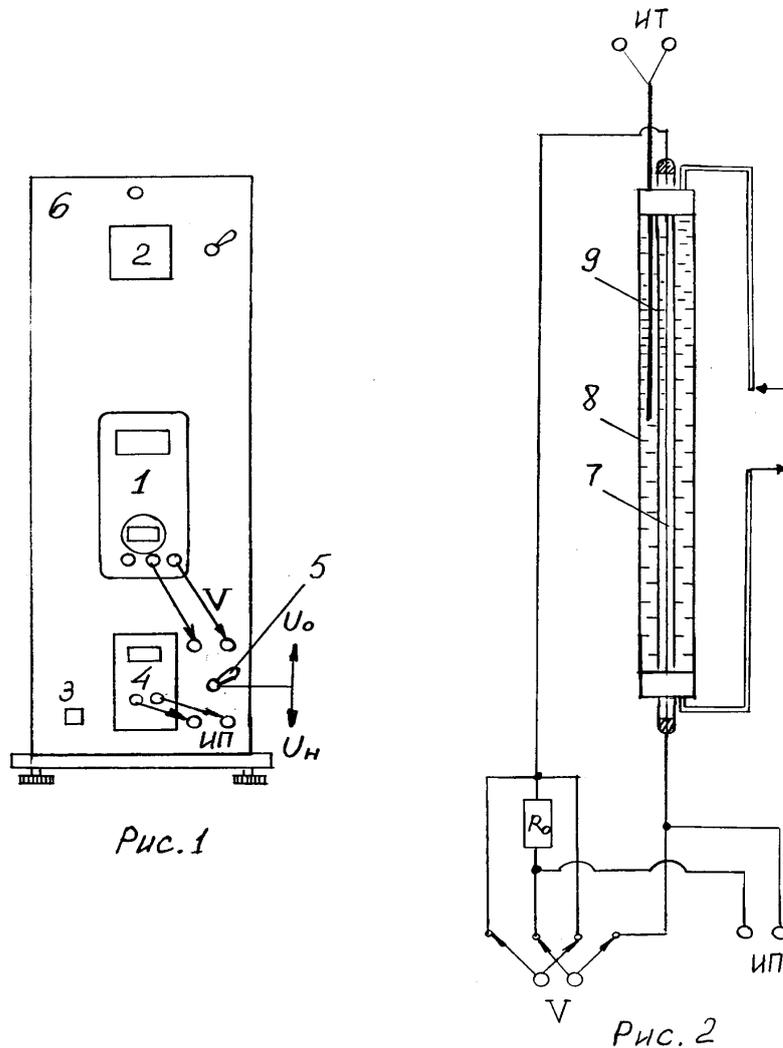


Рис. 5.1 – Схема установки

1) На передней панели находится двухканальный измеритель температуры (2) типа 2ТРМО, подключённый к хромель-копелевой термопаре, универсальный вольтметр (1) типа МУ-67 с автоматическим переключением пределов измерений, тумблёр электропитания установки (3), разъёмы (V) для подключения вольтметра (1), тумблёр (5) для переключения вольтметра на измерение падения напряжения на образцовом сопротивлении ( $U_o$ ) и напряжения на вольфрамовой проволоке ( $U_n$ ).

2) На Рис.5.1 приведена принципиальная схема рабочего участка, электрическая схема питания и измерений. Нагреваемая вольфрамовая проволока-нить (7) находится в цилиндрическом стеклянном баллоне (8) с двойными стенками, между которыми находится вода. Внутренняя трубка вакуумирована до 10-5 мм. рт.ст. Температура стенки этой трубки  $T_2$  считается равной температуре воды циркулирующей между двойными стенками и постоянной в течение опыта. Она определяется хромель-копелевой термопарой (9), соединённой с измерителем температуры (2). Баллон с нитью укреплен в модуле (6), который находится на лабораторном стенде. Электропитание к вольфрамовой проволоке подводится внутри установки от источника питания (4). Последовательно с вольфрамовой проволокой включено образцовое сопротивление ( $R_o$ ) для определения величины электрического тока в цепи по измеренному значению падения напряжения на  $R_o$ . Для измерения напряжения на вольфрамовой проволоке  $U_n$  и напряжения на образцовом сопротивлении  $U_o$  к разъёмам V подключается мультиметр (1).

3) Перед выполнением работы измерить мультиметром (в режиме измерения сопротивления) электрическое сопротивление вольфрамовой проволоки  $R_{HK}$  при комнатной температуре  $t_K$ .

4) Записать данные установки, условия опыта в таблицу 5.1.

Таблица 5.1

№ п/п	$t_1, C$	$T_1, K$	$T_2, C$	$T_2, K$	$U_{R, B}$	$U_0, мВ$	$I, A$	$Q, Вт$
1								
2								
3								

5) Убедиться в том, что все приборы выключены. Повернуть регулятор напряжения блока питания против часовой стрелки до упора. Включить стенд тумблером (3). Включить Источник питания (4), мультиметр (1) и измеритель температуры (2).

6) Определить (задаёт преподаватель) значения напряжений, при которых проводятся измерения. Рекомендуемые значения напряжений, устанавливаемые на блоке питания: 6, 8, 10, 12, 16 вольт.

7) Переключить тумблер (5) в положение УН. Установить первое значение напряжения на нити, следя за показаниями вольтметра. Произвести отсчет напряжения на нити  $U_{н1}$ .

8) Переключить тумблер (5) в положение  $U_0$ . Произвести отсчет напряжения на образцовом сопротивлении  $U_{01}$ .

9) Определить температуру стенки трубки  $t_2$  по показаниям измерителя температуры (2).

10) Пункты 4 и 5 повторить для следующих значений напряжений, устанавливаемых на нити.

11) Убрать напряжение на нити. Выключить приборы и стенд.

#### Форма отчетности:

Отчет набирается на компьютере или в рукописном виде. В отчете должны присутствовать:

1. номер и название лабораторной работы;
2. цель работы;
3. схема лабораторной установки;
4. таблицы;
5. рабочие формулы;
6. обработка результатов;
7. вывод.

#### Задания для самостоятельной работы:

1. проработать рекомендуемые источники, основную и дополнительную литературу по изучаемому вопросу с целью углубления, систематизации и расширения полученных знаний.
2. ответить на контрольные вопросы для самопроверки.
3. составить отчет с указанием списка использованных источников.

#### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе:

Подготовка к лабораторной работе начинается с проработки материала по методическим указаниям к проведению лабораторных работ и рекомендуемых источников.

#### Основная литература: [1-5]

#### Дополнительная литература: [6-11,13]

#### Контрольные вопросы для самопроверки:

1. Виды теплопередачи.
2. Особенности теплового излучения.
3. Влияние коэффициента серости тела на теплопередачу.
4. Как учитывается совместное действие теплового излучения и других способов тепло-

отдачи.

## 10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Microsoft Imagine Premium
2. ОС Windows 7 Professional
3. Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level
4. Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security.
5. ИСС "Кодекс". Информационно-справочная система
6. справочно-правовая система «Консультант Плюс»
7. Архиватор 7-Zip
8. Adobe Reader
9. doPDF
10. Ай-Логос Система дистанционного обучения
11. КОМПАС-3D V13

## 11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

<i>Вид занятия</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ ЛР или Лк</i>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Лк	Лекционная аудитория	-	-
ЛР	Лаборатория общей тепло-техники	Лабораторная установка для изучения теплообмена излучением Стенд «Определение коэффициента теплопроводности металла» Лабораторная установка для определения теплоёмкости (P=const) Лабораторная установка для определения коэффициента теплоотдачи Лабораторная установка для исследования теплопередачи «труба в трубе»	ЛР 5 ЛР 2 ЛР 1 ЛР 3 ЛР 4
СР	ЧЗЗ	Оборудование 15 ПК- CPU 5000/RAM 2Gb/HDD (Монитор TFT 19 LG 1953S-SF); принтер HP LaserJet P3005	-

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)**

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
1	2	3	4	5
ОПК-7	Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.	1. Основы термодинамики	1.1 Основные понятия и исходные положения термодинамики	Вопросы к зачету 1- 6
			1.2. Первый закон термодинамики	Вопросы к зачету 7- 8
		2. Основы теории теплообмена	2.1. Основные понятия и определения	Вопросы к зачету 9-10
			2.2. Теплопроводность	Вопросы к зачету 11
3. Тепломассообменные, теплоиспользующие и теплогенерирующие установки	3.1. Топливо и основы горения.	Вопросы к зачету 12 -14		
ПК-4	Способность в составе коллектива исполнителей участвовать в разработке конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и комплексов	1. Основы термодинамики	1.2. Первый закон термодинамики	Вопросы к зачету 1-3
			1.3. Второй закон термодинамики	Вопросы к зачету 4
			1.4. Основные термодинамические процессы в газах, парах и их смесях	Вопросы к зачету 5-8
			1.5. Циклы тепловых установок	Вопросы к зачету 9-10
		2. Основы теории теплообмена	2.3. Конвективный теплообмен (теплоотдача)	Вопросы к зачету 11,13
			2.4. Лучистый теплообмен	Вопросы к зачету 14
			2.5. Теплопередача	Вопросы к зачету 12
		3. Тепломассообменные, теплоиспользующие и теплогенерирующие установки	3.2. Теплогенерирующие устройства.	Вопросы к зачету 15-18

1	2	3	4	5
ПК-5	Способностью в составе коллектива исполнителей участвовать в разработке проектов технических условий, стандартов и технических описаний наземных транспортно-технологических машин.	1. Основы термодинамики	1.5. Циклы тепловых установок	Вопросы к зачету 1-6
		2. Основы теории теплообмена	2.4. Лучистый теплообмен	Вопросы к зачету 7-8
			2.6. Основы тепловых расчетов теплообменников аппаратов	Вопросы к зачету 9-10
		3. Тепломассообменные, теплоиспользующие и теплогенерирующие установки	3.2. Теплогенерирующие устройства.	Вопросы к зачету 11
3.3. Повышение эффективности использования топливноэнергетических ресурсов.	Вопросы к зачету 12-14			

## 2. Вопросы к зачету

№ п/п	Компетенции		ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1.	ОПК-7	Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.	1. Основы термодинамики. Основные понятия и определения.	1. Основы термодинамики
			2. Предмет технической термодинамики.	
			3. Эквивалентность теплоты и работы. Понятие рабочего тела.	
			4. Основные параметры состояния и единицы измерения.	
			5. Равновесные и неравновесные процессы, обратимые и необратимые.	
			6. Изображение в термодинамических диаграммах. Круговые процессы.	
			7. Первый закон термодинамики.	
			8. Аналитическое выражение первого закона.	
			9. Теория теплообмена. Основные понятия и определения.	2. Основы теории теплообмена;
			10. Виды переноса теплоты.	
			11. Теплопроводность, конвекция, излучение.	
			12. Классификация топлив.	3. Тепломассообменные, теплоиспользующие и теплогенерирующие установки
			13. Использование различных видов топлива в отрасли. Элементарный состав топлива. Теплота сгорания.	
			14. Понятие об условном топливе.	

1	2	3	4	5
2.	ПК-4	Способность в составе коллектива исполнителей участвовать в разработке конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и комплексов	<p>1. Выражение теплоты и работы через термодинамические параметры состояния.</p> <p>2. Внутренняя энергия.</p> <p>3. Энтальпия и энтропия.</p> <p>4. Теплоемкость. Зависимость от температуры. Второй закон термодинамики.</p> <p>5. Термодинамические циклы теплового двигателя и холодильной машины.</p> <p>6. Термодинамический КПД и холодильный коэффициент.</p> <p>7. Термодинамические процессы.</p> <p>8. Политропный процесс и частные случаи процесса. Изображения в диаграммах T-S и P-V</p> <p>9. Реальные газы и пары, термодинамика потока.</p> <p>10. Водяной пар..</p>	1. Основы термодинамики
			<p>11. Сложный теплообмен. Уравнение Ньютона – Рихмана.</p> <p>12. Теплопередача при ламинарном и турбулентном течении.</p> <p>13. Теплоотдача при течении в трубах.</p> <p>14. Излучение. Закон Стефана – Больцмана, закон Кирхгофа.</p>	2. Основы теории теплообмена;
			<p>15. Коэффициент избытка воздуха. КПД тепловых устройств.</p> <p>16. Конструкции топок.</p> <p>17. Парогенераторы.</p> <p>18. Устройства для сжигания топлива. Форсунки, колосниковые решетки, газовые горелки.</p>	3. Тепломассообменные, теплоиспользующие и теплогенерирующие установки
3.	ПК-5	Способностью в составе коллектива исполнителей участвовать в разработке проектов технических условий, стандартов и технических описаний наземных транспортно-технологических машин.	<p>1. Понятия влажного, сухого и перегретого пара.</p> <p>2. Изображение процесса парообразования и конденсации в T-S диаграмме. Таблицы термодинамических свойств воды и водяного пара. Получение пара.</p> <p>3. Применение теплоты в отрасли. Циклы двигателей внутреннего сгорания.</p> <p>4. Термический КПД циклов Отто и Дизеля.</p> <p>5. Влияние ДВС на окружающую среду.</p> <p>6. Снижение вредных выбросов.</p>	1. Основы термодинамики
			<p>7. Взаимное излучение двух твердых тел.</p> <p>8. Излучение газов.</p> <p>9. Расчет теплообменников. Основные параметры. Интенсификация теплообмена.</p> <p>10. Тепломассообменные установки.</p>	2. Основы теории теплообмена;

1	2	3	4	5
			<p><b>11.</b> Контроль процесса горения и регулирование подачи топлива и воздуха в процессе сжигания топлива.</p> <p><b>12.</b> Вторичные энергоресурсы. Классификация.</p> <p><b>13.</b> Снижение затрат энергии за счет применения современных теплоизоляционных материалов.</p> <p><b>14.</b> Сжигание отходов производства и бытового мусора.</p>	<p><b>3.</b> Тепломас-сообменные, теплоис-пользующие и теплогене-рирующие установки</p>

### 3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p><b>Знать</b> (ОПК-7):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные закономерности описания термодинамических систем и термодинамических процессов;</li> <li>- закономерности различных процессов тепло-массообмена;</li> </ul> <p>(ПК-4):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- механизм преобразования тепловой энергии в механическую;</li> </ul> <p>(ПК-5):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- устройство теплотехнического оборудования;</li> </ul> <p><b>Уметь</b> (ОПК-7):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать различные виды теплопереноса;</li> </ul> <p>(ПК-4):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять расчеты параметров состояния рабочих тел тепловых двигателей;</li> </ul> <p>(ПК-5):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать основные показатели термодинамических циклов тепловых двигателей;</li> </ul> <p><b>Владеть</b> (ОПК-7):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами анализа термодинамических процессов;</li> </ul> <p>(ПК-4):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способами интенсификации различных видов теплопереноса;</li> </ul> <p>(ПК-5):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами анализа термодинамических процессов;</li> <li>- способами интенсификации различных видов теплопереноса.</li> </ul>	<p><b>зачет</b></p>	<p>Оценка «зачтено» выставляется, если обучающийся владеет категориальным аппаратом, глубоко и прочно усвоил все разделы и темы дисциплины, полно, четко и логически последовательно излагает материал, демонстрирует способности самостоятельно мыслить и применять знания и методы теплотехники.</p>
	<p><b>незачет</b></p>	<p>Оценка «не зачтено» выставляется, если обучающийся не владеет категориальным аппаратом, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки при ответе на вопросы.</p>

### 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Дисциплина Б1.В.15 Теплотехника направлена на ознакомление обучающихся с основами термодинамики и теплообмена и применения этих основ в практической деятельности.

Изучение дисциплины Б1.В.15 Теплотехника предусматривает:

- лекции,
- лабораторные работы,
- самостоятельную работу,

– зачет.

В ходе освоения *раздела 1* «Основы термодинамики» студенты должны уяснить: основные понятия и определения термодинамики, первый и второй закон термодинамики, понятие работы, теплоты, внутренней энергии, энтальпии, энтропии, теплоемкости, циклы ПТУ, ДВС, ГТУ.

В ходе освоения *раздела 2* «Основы теории теплообмена» студенты должны уяснить: основные понятия и определения теории теплообмена, понятие теплопроводности, конвективного теплообмена, излучение, факторы, влияющие на различные виды теплопереноса.

В ходе освоения *раздела 3* «Тепломассообменные, теплоиспользующие и теплогенерирующие установки» студенты должны уяснить: понятия топлива, основ горения топлива, котельные установки, теплообменные установки.

В процессе проведения *лабораторных работ* происходит закрепление знаний, формирование умений и навыков реализации представления: об видах теплопередачи и факторах, влияющих на них, об теплоемкости.

*Самостоятельную работу* необходимо начинать с ознакомления с рекомендованной учебной и методической литературой.

При подготовке к *зачету* рекомендуется особое внимание уделить следующим вопросам: 1 и 2 законов термодинамики, циклам ПТУ, ДВС и ГТУ, основам теплопередачи, котельным установкам и основам горения топлива.

Работа с *литературой* является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературой. Дополнительные сведения по изучаемым темам можно найти в периодической печати и Интернете.

Предусмотрено проведение аудиторных занятий (в виде лекций с текущим контролем и лабораторных занятий – работа в малых группах) в сочетании с внеаудиторной работой.

## **АННОТАЦИЯ рабочей программы дисциплины**

### **Теплотехника**

#### **1. Цель и задачи дисциплины**

Целью изучения дисциплины является формирование и приобретение знаний основных законов термодинамики, теории теплообмена и тепломассообменных устройств, теплогенерирующих устройств и теплоиспользующих установок, основных направлений экономики энергоресурсов.

Задачей изучения дисциплины является подготовка бакалавров, обучающихся по направлению «Наземные транспортно-технологические комплексы» к самостоятельной деятельности по выполнению теплотехнических расчетов оборудования и установок для транспортно-технологических комплексов, к правильной эксплуатации этого оборудования и установок при минимальных затратах энергоресурсов.

#### **2. Структура дисциплины**

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: Лк – 34 час., ЛР– 17 час., СР – 57 час.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 часов, 3 зачетных единиц

2.2 Основные разделы дисциплины:

- 1 – Основы термодинамики;
- 2 - Основы теории теплообмена;
- 3 - Тепломассообменные, теплоиспользующие и теплогенерирующие установки.

#### **3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-7 - способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;

ПК-4 – способность в составе коллектива исполнителей участвовать в разработке конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и комплексов;

ПК-5 – способностью в составе коллектива исполнителей участвовать в разработке проектов технических условий, стандартов и технических описаний наземных транспортно-технологических машин.

#### **4. Вид промежуточной аттестации: зачет**

*Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе  
на 20\_\_-20\_\_ учебный год*

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

---

---

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

---

---

---

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.,  
*(разработчик)*

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
*(подпись)*

\_\_\_\_\_  
*(Ф.И.О.)*

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы от «06» марта 2015 г. №162.

**для набора 2014 года:** и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для заочной формы обучения от «03» июля 2018 г. № 413

**для набора 2015 года:** и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «13» июля 2015 г. №474 , заочной формы обучения от «01» октября 2015 г. №587

**для набора 2016 года:** и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» июня 2016 г. №429 , заочной формы обучения от «06» июня 2016 г. №429 для заочной формы (ускоренного обучения) от «06» июня 2016 г. № 429

**для набора 2017 года:** и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» марта 2017 г. №125 , заочной формы обучения от «06» марта 2017 г. №125 для заочной формы (ускоренного обучения) от «04» апреля 2017 г. №203

**для набора 2018 года** и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «12» марта 2018 г. №130 , заочной формы обучения от «12» марта 2018 г. №130

**Программу составил:**

Латушкина С.В., старший преподаватель кафедры ПТЭ \_\_\_\_\_

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры ПТЭ

от «13» декабря 2018 г., протокол № 4

Заведующий кафедрой ПТЭ \_\_\_\_\_ Федяев А.А.

**СОГЛАСОВАНО:**

И.о.заведующего выпускающей кафедрой СДМ \_\_\_\_\_ К.Н. Фигура

Директор библиотеки \_\_\_\_\_ Т.Ф. Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией факультета ЭиА

от «28» декабря 2018 г., протокол № 5

Председатель методической комиссии факультета ЭиА \_\_\_\_\_ А.Д.Ульянов

**СОГЛАСОВАНО:**

Начальник  
учебно-методического управления \_\_\_\_\_ Г.П. Нежевец

Регистрационный № \_\_\_\_\_