МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Теплофизика

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **20.03.01 Техносферная безопасность**
Направленность (профиль):
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **РЭТЭМ, Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга**
Курс: **1**
Семестр: **1**
Учебный план набора 2013 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	1 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные занятия	36	36	часов
4	Всего аудиторных занятий	72	72	часов
5	Самостоятельная работа	72	72	часов
6	Всего (без экзамена)	144	144	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	180	180	часов
		5.0	5.0	З.Е

Экзамен: 1 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 3625

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 45 от «17» 5 2016 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 20.03.01 Техносферная безопасность, утвержденного 2016-03-21 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

доцент каф. РЭТЭМ _____ Апкарьян А. С.

Заведующий обеспечивающей каф. РЭТЭМ _____ Туев В. И.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан РКФ _____ Озеркин Д. В.

Заведующий выпускающей каф. РЭТЭМ _____ Туев В. И.

Эксперты:

доцент кафедра РЭТЭМ _____ Христюков В. Г.

Согласована на портале № 3625

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Цель преподавания дисциплины.

Теоретически и практически подготовить будущих специалистов методам получения, преобразования, передачи и использования теплоты, выбирать и эксплуатировать необходимое оборудование отраслей промышленности. При этом необходимо особое внимание уделить максимальной экономии теплоэнергетических ресурсов и материалов, интенсификации технологических процессов, выявлению и использованию вторичных энергоресурсов, защите окружающей среды и безопасности людей.

1.2. Задачи дисциплины

– Задачей курса является формирование у студентов знаний; основ преобразования энергии, законов термодинамики и тепломассообмена, термодинамических процессов и циклов, свойств существенных для отрасли рабочих тел, горения, энерготехнологии, энергосбережения, принципов работы тепловых и теплообменных аппаратов, теплосиловых установок. Дисциплина даёт знания основных принципов обеспечения жизнедеятельности и безопасности при работе на компрессорах, тепловых и холодильных установках.

–

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Теплофизика» (Б1. Дисциплины (модули)) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Высшая математика, Физика.

Последующими дисциплинами являются: Безопасность инженерных коммуникаций, Теория горения и взрыва, Техногенные системы и экологический риск, Химия.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-22 способностью использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** теплотехнические характеристики топлива, теорию горения топлива, основные законы термодинамики, термодинамические циклы, термодинамику водяного пара, особенности процесса парообразования, основы теплопередачи, способы передачи тепла. основные положения по охране туда и пожарной безопасности при проведении теплофизических процессов.

– **уметь** проводить теплофизический расчёт горения топлива, \определять состояние рабочего тела, объяснять физический смысл универсальной газовой постоянной, определять приращение энтропии идеального газа в зависимости от основных параметров состояния, определять термодинамические циклы изображать процессы парообразования на HS – диаграмме, определять потери тепла через стенку

– **владеть** знаниями составления теплового баланса, основными положениями по охране труда, экологии и пожарной безопасности при проведении теплофизических процессов с целью обеспечения безопасности жизнедеятельности человека в техносфере.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		1 семестр
Аудиторные занятия (всего)	72	72
Лекции	18	18

Согласована на портале № 3625

Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	36	36
Самостоятельная работа (всего)	72	72
Оформление отчетов по лабораторным работам	28	28
Проработка лекционного материала	18	18
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	26	26
Всего (без экзамена)	144	144
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость час	180	180
Зачетные Единицы Трудоемкости	5.0	5.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

№	Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1	Топливо и теплофизические процессы горения	4	8	12	28	52	ПК-22
2	Техническая термодинамика. Теплопередача	12	8	12	28	60	ПК-22
3	Безопасность и жизнедеятельность при работе на тепловых агрегатах	2	2	12	16	32	ПК-22
	Итого	18	18	36	72	144	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
1 Топливо и теплофизические процессы горения	Общая характеристика топлива. Классификация топлива. Химический состав топлива. Тепловые эффекты реакций окисления. Теплота сгорания топлива. Высшая и низшая теплота сгорания топлива. Теплофизический	4	ПК-22

Согласована на портале № 3625

	расчёт горения топлива. Определение температуры вспышки Твёрдое топливо. Естественное твёрдое топливо. Искусственное твёрдое топливо. Жидкое топливо. Естественное жидкое топливо. Искусственное жидкое топливо. Газообразное топливо. Природный газ. Искусственное газообразное топливо. Устройства для сжигания топлива. Охрана окружающей среды при сжигании топлива. Пожаробезопасность при сжигании топлива. Охрана труда, обеспечение жизнедеятельности и безопасности при сжигании топлива. Охрана окружающей среды.		
	Итого	4	
2 Техническая термодинамика. Теплопередача	Определение дисциплины и его задачи. Рабочее тело. Параметры состояния рабочего тела. Температура рабочего тела. Давление. Удельный вес. Единицы измерения. Приборы для измерения основных параметров состояния рабочего тела. Равновесное состояние системы. Неравновесное состояние системы. Внутренняя энергия системы. Работа. Количество теплоты. Термодинамические процессы. Обратимый и необратимый процессы. Графическое изображение термодинамических процессов на PV -диаграмме. Основные свойства газовой смеси. Объемная доля газовой смеси. Весовая доля газовой смеси. Давление смеси. Теплоемкость газов. Теплоемкость газовой смеси. Истинная теплоемкость. Средняя теплоемкость. Весовая теплоемкость. Уравнение Майера. Изобарная и изохорная теплоемкость. Идеальный газ. Уравнения состояния идеального газа: Менделеева - Клайперона, Клайперона. Уравнения состояния реального газа; Ван-дер-Ваальса, Вукаловича-Новикова. Равновесные и неравновесные системы. Внутренняя энергия. Работа и количество теплоты. Сущность первого закона термодинамики. Энтальпия газов. Энтропия. Вычисления энтропии газов. Принцип возрастания энтропии. Термодинамические процессы	12	ПК-22

	изменения состояния идеального газа. Изображение термодинамических процессов изменения состояния газа на PV - диаграммах. Графическое изображение термодинамических процессов изменения состояния идеального газа на TS-диаграммах. Теплота процесса. Работа процесса.Круговой процесс теплового двигателя. Идеальный цикл. Термический к.п.д. цикла. Прямой и обратный термодинамические циклы кругового процесса. Циклы Карно на PV и TS диаграммах. Термический к.п.д. цикла Карно. Практическое значение цикла Карно. Сущность второго закона термодинамики. Формулировки второго закона термодинамики. Работоспособность системы. Процесс парообразования. Испарение. Насыщенный пар. Перегретый пар. Конденсация пара. Упругость насыщенного пара. Кипение. Степень сухости. Внутренняя теплота парообразования. Процесс парообразования на TS диаграмме. Теплота парообразования. Теплота жидкости. Теплота перегрева. Определение параметров состояния воды и водяного пара на PV-диаграмме. Кривые сухости. IS - диаграммы водяного пара. Схема паросиловой установки. Цикл Ренкина. К.п.д. цикла Ренкина. 3. Основы теплопередачи. Теплопроводность, теплоотдача (конвективный теплообмен), излучение (лучистый или радиационный). Температурное поле. Температурный градиент. Основной закон теплопроводности. Теплопроводность стенки. Плоская однослойная стенка. Плоская многослойная стенка. Цилиндрическая стенка. Конвективный теплообмен. Основные понятия. Свободное движение жидкости. Вынужденное движение жидкости. Теплообмен излучением. Основные понятия. Уравнение теплового баланса теплообмена излучением. Закон Кирхгофа. Излучение газов и паров. Закон Стефана - Больцмана. Степень черноты. Теплообменные аппараты. Рекуперативные и регенеративные		

	теплообменные аппараты		
	Итого	12	
3 Безопасность и жизнедеятельность при работе на тепловых агрегатах	Условия допуска. Работы на установках, связанных с взрывоопасными и пожароопасными веществами и материалами. Характеристика опасных и вредных производственных факторов. Правила хранения горючих веществ и материалов. Средства пожаротушения. Требования по обеспечению пожаро - и взрывобезопасности. Обязанности сотрудников перед началом работы. Обязанности сотрудников во время работы. Порядок совместных действий сотрудников и подразделений пожарной охраны при пожаре. Обязанности сотрудников по окончании работы.	2	ПК-22
	Итого	2	
Итого за семестр		18	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представ-лены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

№	Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин		
		1	2	3
Предшествующие дисциплины				
1	Высшая математика		+	
2	Физика	+	+	
Последующие дисциплины				
1	Безопасность инженерных коммуникаций	+	+	+
2	Теория горения и взрыва	+	+	+
3	Техногенные системы и экологический риск	+	+	+
4	Химия	+	+	

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5. 4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

	Виды занятий	Формы контроля

Согласована на портале № 3625

Компетенции	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	
ПК-22	+	+	+	+	Домашнее задание, Отчет по индивидуальному заданию, Экзамен, Конспект самоподготовки, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Тест, Реферат, Дифференцированный зачет

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

Названия разделов	Содержание лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
1 Топливо и теплофизические процессы горения	Определение влажности твёрдого топлива.Определение зольности твёрдого топлива Определение зольности нефти и нефтепродуктов.Определение температуры вспышки нефти и нефтепродуктов	12	ПК-22
	Итого	12	
2 Техническая термодинамика. Теплопередача	Определение удельных объёмов методом гидростатического взвешиванияПриборы и методы определения параметров рабочих тел.Энтропийные диаграммы. Определение параметров состояния воды и водяного пара.	12	ПК-22
	Итого	12	
3 Безопасность и жизнедеятельность при работе на	Оформление документации, положений и инструкций	12	ПК-22

Согласована на портале № 3625

тепловых агрегатах	Итого	12	
Итого за семестр		36	

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
1 Топливо и теплофизические процессы горения	Решение задач по теме «Топливо и теплофизические процессы горения»	8	ПК-22
	Итого	8	
2 Техническая термодинамика. Теплопередача	Решение задач по теме «Техническая термодинамика	8	ПК-22
	Итого	8	
3 Безопасность и жизнедеятельность при работе на тепловых агрегатах	Изучить документацию по: условиям допуска, работы на установках, связанных с взрывоопасными и пожароопасными веществами и материалами, характеристикам опасных и вредных производственных факторов, правилам хранения горючих веществ и материалов, средствам пожаротушения, требованиям по обеспечению пожаро - и взрывобезопасности.	2	ПК-22
	Итого	2	
Итого за семестр		18	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
1 семестр				
1 Топливо и теплофизические процессы горения	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ПК-22	Конспект самоподготовки, Реферат, Отчет по индивидуальному заданию, Домашнее задание, Собеседование,
	Проработка лекционного материала	12		
	Оформление отчетов по	4		

Согласована на портале № 3625

	лабораторным работам			Тест, Дифференцированный зачет, Выступление (доклад) на занятии, Опрос на занятиях, Экзамен, Отчет по лабораторной работе
	Итого	28		
2 Техническая термодинамика. Теплопередача	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ПК-22	Конспект самоподготовки, Реферат, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Домашнее задание, Собеседование, Тест, Выступление (доклад) на занятии, Экзамен, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	12		
	Итого	28		
3 Безопасность и жизнедеятельность при работе на тепловых агрегатах	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-22	Конспект самоподготовки, Реферат, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Домашнее задание, Собеседование, Дифференцированный зачет, Выступление (доклад) на занятии, Тест, Экзамен, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	12		
	Итого	16		
Итого за семестр		72		
	Подготовка к экзамену	36		Экзамен
Итого		108		

10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Бальные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
1 семестр				
Выступление (доклад) на занятии	3	3	3	9
Дифференцированный зачет	1	1	2	4
Домашнее задание	2	2	2	6

Согласована на портале № 3625

Конспект самоподготовки	2	2	2	6
Опрос на занятиях	3	3	3	9
Отчет по индивидуальному заданию	2	2	2	6
Отчет по лабораторной работе	3	3	3	9
Реферат	3	3	3	9
Собеседование	2	2	2	6
Тест	2	2	2	6
Итого максимум за период	23	23	24	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	23	46	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Техническая термодинамика : Учебное пособие для втузов / Василий Александрович Кудинов, Эдуард Михайлович Карташов. - 3-е изд., испр. - М. : Высшая школа, 2003. - 260[4] с. : ил. - Библиогр.: с. 255-256. - ISBN 5-06-004344-4 (в пер.) (наличие в библиотеке ТУСУР - 2 экз.)

Согласована на портале № 3625

2. Общая теплотехника : учебное пособие / Г. Н. Алексеев. - М. : Высшая школа, 1980. - 551, [1] с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 544. (наличие в библиотеке ТУСУР - 3 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Трофимова, Т. И. Курс физики : учебное пособие для вузов / Т. И. Трофимова. - 18-е изд., стереотип. - М. : Академия, 2010. - 557, [3] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 252 экз.)
2. Пособие по теплофизике: Учебное пособие / Апкарьян А. С. - 2012. 99 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1170, свободный.

12.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Теплофизика: Методические указания по лабораторным работам для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавра 280700.62 «Техносферная безопасность» (36 часов) / Апкарьян А. С. - 2015. 45 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/5507, свободный.
2. Теплофизика: Методические указания по СРС (самостоятельной и индивидуальной работе) студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавра 20.03.01 «Техносферная безопасность» / Апкарьян А. С. - 2015. 15 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/5259, свободный.
3. Теплофизика: Методические указания по практическим занятиям / Апкарьян А. С. - 2011. 15 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1936, свободный.

12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. http://portal.tusur.ru
2. http://www.lib.tusur.ru

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лабораторные работы должны проводиться в специально отведённых помещениях -лабораториях, обеспеченных горячим и холодным водоснабжением, канализацией, вентиляцией, противопожарной сигнализацией, средствами пожаротушения и аптечкой первой помощи.

Для проведения лабораторных работ необходимо иметь:

1. Аналитические (рычажные) весы.
2. Ёмкость для жидкости (ёмкость 2 литра).
3. Рекуператорная установка.
4. Муфельная или камерная печь с минимальной температурой внутри рабочего канала 600 ° С.
5. Термопара (хромель - алюмелевая)
6. Потенциометр (Тмах не менее 600° С)
7. Приборы для измерения давления
8. Приборы для измерения температуры
9. Диаграммы P-S, T-S, I-S
10. Шкафы сушильные электрические с терморегулятором, обеспечивающие устойчивую температуру нагрева от 105 до 110°С, с отверстиями для естественной вентиляции или установкой для обмена воздуха или азота.
11. Шкафы сушильные для подсушивания проб с электрическим или газовым обогревом, с регулированием температуры от 40 до (50±5)°С естественной или искусственной вентиляцией или с обменом нагретого азота.
12. Термометр ртутный до 120°С с ценой деления шкалы 1°.
13. Бюксы стеклянные или алюминиевые с крышками для определения влаги в лабораторной или аналитической пробе. Диаметры бюкс должны быть такими, чтобы на 1 см2 поверхности приходилось не более 0,15 г топлива для аналитической пробы массой около 1 г или 0,30 г для 10 г лабораторной пробы крупностью менее 3 мм.
14. Противни из неокисляющегося металла для подсушивания проб.
15. Эксикаторы, наполненные свежепросушенным силикагелем или другими высушивающими веществами.
16. Весы с погрешностью взвешивания не более 0,2 мг.
17. Тигли, лодочки для сжигания из кварца, фарфора или платины, глубиной от 8 до 15 мм № 1, 2, 3 по ГОСТ 9147 и ГОСТ 19908

Согласована на портале № 3625

Термопреобразователь для измерения температуры до 1000 °С по ГОСТ 3044 с измерительным устройством.

18. Термопара для измерения температуры до 1000°С.

19. Щипцы тигельные.

20. Тигли низкие 5 и 6, тигли высокие 4, 5, чаши выпарительные 2, 3, 4, 5 по ГОСТ 9147;

тигли и чаши фарфоровые, применяют до нарушения глазури на внутренней поверхности.

21. Плитка электрическая или песчаная баня, или колбонагреватель.

22. Фильтры обеззоленные бумажные диаметром 9 - 11 см с известной массой золы одного фильтра.

23. Асбест листовой толщиной 3 - 5 мм.

24. Весы общего назначения с наибольшим пределом взвешивания 200 г и погрешностью взвешивания не более 0,0002 г; с наибольшим пределом взвешивания 500 г и погрешностью взвешивания не более 0,01 г;

25. Кислота соляная по ГОСТ 3118, разбавленная водой в соотношении.

26. Аммоний азотнокислый, 10 %-ный водный раствор.

27. Вода дистиллированная по ГОСТ 6709.

28. Толуол по ГОСТ 14710 или по ГОСТ 5789.

29. Спирт изопропиловый.

30. Экран трехстворчатый, окрашенный с внутренней стороны черной краской, с секциями шириной (46 ± 1) см и высотой (60 ± 5) см или щит высотой 55 - 65 см из листовой кровельной стали, окрашенный с внутренней стороны черной краской

31. . Секундомер любого типа.

32. Барометр ртутный или барометр-анероид с погрешностью измерения не более 0,1 кПа.

33. . Бумага фильтровальная лабораторная по ГОСТ 12026

34. . Пипетка.

35. . Щетка металлическая.

36. Бензин-растворитель с пределами выкипания от 50 до 170 С или нефрас С50/170 по ГОСТ 8505.

37. Осушающие реагенты (обезвоженные): натрий сернокислый безводный по ГОСТ 4166 или натрий сернокислый технический по ГОСТ 6318, или кальций хлористый технический по ГОСТ 450, или натр

38. Изоляционная пластина из кварца толщиной 6 мм или аналогичное приспособление, размер которого позволяет легко вводить его в муфельную печь.

Допускается использовать керамические пластины из огнеупорного материала толщиной не более 5 мм

14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Без рекомендаций.

Согласована на портале № 3625

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Теплофизика

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **20.03.01 Техносферная безопасность**
Направленность (профиль):
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **РЭТЭМ, Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга**
Курс: **1**
Семестр: **1**

Учебный план набора 2013 года

Разработчики:

- доцент каф. РЭТЭМ Апкарьян А. С.

Экзамен: 1 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 3625

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ПК-22	способностью использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач	Должен знать теплотехнические характеристики топлива, теорию горения топлива, основные законы термодинамики, термодинамические циклы, термодинамику водяного пара, особенности процесса парообразования, основы теплопередачи, способы передачи тепла. основные положения по охране туда и пожарной безопасности при проведении теплофизических процессов.; Должен уметь проводить теплофизический расчёт горения топлива, \определять состояние рабочего тела, объяснять физический смысл универсальной газовой постоянной, определять приращение энтропии идеального газа в зависимости от основных параметров состояния, определять термодинамические циклы изображать процессы парообразования на HS – диаграмме, определять потери тепла через стенку ; Должен владеть знаниями составления теплового баланса, основными положениями по охране труда, экологии и пожарной безопасности при проведении теплофизических процессов с целью обеспечения безопасности жизнедеятельности человека в техносфере.;

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы

Согласована на портале № 3625

Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-22

ПК-22: способностью использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	теплотехнические характеристики топлива, теорию горения топлива, основные законы термодинамики, термодинамические циклы, термодинамику водяного пара, особенности процесса парообразования, основы теплопередачи, способы передачи тепла. основные положения по охране туда и пожарной безопасности при проведении теплофизических процессов.	проводить теплофизический расчёт горения топлива, \определять состояние рабочего тела, объяснять физический смысл универсальной газовой постоянной, определять приращение энтропии идеального газа в зависимости от основных параметров состояния, определять термодинамические циклы изображать процессы парообразования на HS – диаграмме, определять потери тепла через стенку.	знаниями составления теплового баланса, основными положениями по охране труда, экологии и пожарной безопасности при проведении теплофизических процессов с целью обеспечения безопасности жизнедеятельности человека в техносфере
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства	• Домашнее задание; • Отчет по	• Домашнее задание; • Отчет по	• Домашнее задание; • Отчет по

Согласована на портале № 3625

оценивания	лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Экзамен; • Выступление (доклад) на занятии; • Конспект самоподготовки; • Тест; • Реферат; • Собеседование; • Дифференцированный зачет; • Экзамен;	лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Экзамен; • Выступление (доклад) на занятии; • Конспект самоподготовки; • Тест; • Реферат; • Собеседование; • Дифференцированный зачет; • Экзамен;	лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Экзамен; • Выступление (доклад) на занятии; • Реферат; • Дифференцированный зачет; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости;	• Обладает диапа-зоном практических умений, требуемых для развития твор-ческих решений, абстрагирования проблем;	• Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования;	• Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Обладает базовыми общими знаниями;	• Обладает основными умениями, требуе-мыми для выполне-ния простых задач;	• Работает при прямом наблюдении;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Вопросы на самоподготовку

– 1 Сформулировать законы Фурье и Ньютона – Рихмана. 2 Схематически изобразите распределение температуры в однородной плоской стенке для постоянного коэффициента теплопроводности и линейно зависящего от температуры коэффициента теплопроводности. 3 Охарактеризуйте гидродинамические режимы течения жидкости в трубе и их влияние на теплоотдачу. 4 Сформулируйте законы Планка, Релея – Джинса и Вина для равновесного

Согласована на портале № 3625

излучения абсолютно черного тела. 5 Сформулируйте закон Стефана – Больцмана. 6 Сформулируйте закон Кирхгофа и следствия из него. 7 Сформулируйте закон Ламберта.

3.2 Тестовые задания

– 1 Какому закону подчиняется распределение температуры в плоской стенке при наличии внутренних источников тепла в случае симметричныхусловий охлаждения? 2 В каком случае теплопередача в цилиндрической стенке может рассчитываться по формулам для плоской стенки? Каким образом в этом случае можно уменьшить ошибку при вычислении поверхности нагрева? 3 Могут ли быть одинаковыми значения плотности теплового потока для наружной и внутренней поверхностей цилиндрической стенки без внутренних источников тепла и при наличии в ней тепловыделений? 4 Почему нецелесообразно оребрять стенку со стороны большего коэффициента теплоотдачи? 5 Что общего и в чем заключается различие в решениях нестационарного уравнения теплопроводности для пластины, цилиндра и шара? 6 Перечислите стадии охлаждения тел, охарактеризуйте их. 7 Перечислите режимы течения жидкостей. Какое критериальное число их определяет? 8 Обоснуйте, почему теория подобия является теорией эксперимента? 9 Под действием каких сил возникает свободное движение жидкости? В каком случае движение жидкости будет восходящим или нисходящим? 10 Какие тела называют абсолютно черными? Серыми? 11 В каком случае поверхность называется зеркальной? Абсолютно белой? Какие среды называют диатермичными?

3.3 Темы рефератов

– 1 Запишите выражение для определения координаты x0 (соответствующей максимальной температуре в пластине), если вместо температур жидкостей заданы температуры поверхностей пластины. 2 Укажите зависимость коэффициента теплоотдачи при свободном движении жидкости вдоль вертикальной стенки от ее высоты. 3 Укажите диапазон значений числа Ra, при котором имеет место смешанный режим течения в пограничном слое в случае свободного движения жидкости вдоль вертикальной стенки. 4 От каких параметров зависит коэффициент излучения твердых тел? 5 Какими методами можно определить коэффициент излучения твердых тел?

3.4 Темы домашних заданий

– – Термодинамические процессы изменения состояния идеального газа. – Топливо и теплофизические процессы горения – Техническая термодинамика Теплопередача – Охрана окружающей среды, пожарная безопасность. – Безопасность и жизнедеятельность при работе на тепловых агрегатах; – Подготовка и сдача экзамена – Топливо и теплофизические процессы горения Техническая термодинамика Теплопередача Охрана окружающей среды, пожарная безопасность. Безопасность и жизнедеятельность при работе на тепловых агрегатах;

3.5 Темы индивидуальных заданий

– – Термодинамические процессы изменения состояния идеального газа. – Топливо и теплофизические процессы горения – Техническая термодинамика Теплопередача – Охрана окружающей среды, пожарная безопасность. – Безопасность и жизнедеятельность при работе на тепловых агрегатах; – Подготовка и сдача экзамена

3.6 Вопросы на собеседование

– – Термодинамические процессы изменения состояния идеального газа. – Топливо и теплофизические процессы горения – Техническая термодинамика Теплопередача – Охрана окружающей среды, пожарная безопасность. – Безопасность и жизнедеятельность при работе на тепловых агрегатах

3.7 Темы опросов на занятиях

– Общая характеристика топлива. Классификация топлива. Химический состав топлива. Тепловые эффекты реакций окисления. Теплота сгорания топлива. Высшая и низшая теплота сгорания топлива. Теплофизический расчёт горения топлива. Определение температуры вспышки Твёрдое топливо. Естественное твёрдое топливо. Искусственное твёрдое топливо. Жидкое топливо. Естественное жидкое топливо. Искусственное жидкое топливо. Газообразное топливо. Природный газ. Искусственное газообразное топливо. Устройства для сжигания топлива. Охрана

Согласована на портале № 3625

окружающей среды при сжигании топлива. Пожаробезопасность при сжигании топлива. Охрана труда, обеспечение жизнедеятельности и безопасности при сжигании топлива. Охрана окружающей среды.

– Определение дисциплины и его задачи. Рабочее тело. Параметры состояния рабочего тела. Температура рабочего тела. Давление. Удельный вес. Единицы измерения. Приборы для измерения основных параметров состояния рабочего тела. Равновесное состояние системы. Неравновесное состояние системы. Внутренняя энергия системы. Работа. Количество теплоты. Термодинамические процессы. Обратимый и необратимый процессы. Графическое изображение термодинамических процессов на PV -диаграмме. Основные свойства газовой смеси. Объемная доля газовой смеси. Весовая доля газовой смеси. Давление смеси. Теплоемкость газов. Теплоемкость газовой смеси. Истинная теплоемкость. Средняя теплоемкость. Весовая теплоемкость. Уравнение Майера. Изобарная и изохорная теплоемкость. Идеальный газ. Уравнения состояния идеального газа: Менделеева - Клайперона, Клайперона. Уравнения состояния реального газа; Ван-дер-Ваальса, Вукаловича-Новикова. Равновесные и неравновесные системы. Внутренняя энергия. Работа и количество теплоты. Сущность первого закона термодинамики. Энтальпия газов. Энтропия. Вычисления энтропии газов. Принцип возрастания энтропии. Термодинамические процессы изменения состояния идеального газа. Изображение термодинамических процессов изменения состояния газа на PV - диаграммах. Графическое изображение термодинамических процессов изменения состояния идеального газа на TS-диаграммах. Теплота процесса. Работа процесса.Круговой процесс теплового двигателя. Идеальный цикл. Термический к.п.д. цикла. Прямой и обратный термодинамические циклы кругового процесса. Циклы Карно на PV и TS диаграммах. Термический к.п.д. цикла Карно. Практическое значение цикла Карно. Сущность второго закона термодинамики. Формулировки второго закона термодинамики. Работоспособность системы. Процесс парообразования. Испарение. Насыщенный пар. Перегретый пар. Конденсация пара. Упругость насыщенного пара. Кипение. Степень сухости. Внутренняя теплота парообразования. Процесс парообразования на TS диаграмме. Теплота парообразования. Теплота жидкости. Теплота перегрева. Определение параметров состояния воды и водяного пара на PV- диаграмме. Кривые сухости. IS - диаграммы водяного пара. Схема паросиловой установки. Цикл Ренкина. К.п.д. цикла Ренкина. 3. Основы теплопередачи. Теплопроводность, теплоотдача (конвективный теплообмен), излучение (лучистый или радиационный). Температурное поле. Температурный градиент. Основной закон теплопроводности. Теплопроводность стенки. Плоская однослойная стенка. Плоская многослойная стенка. Цилиндрическая стенка. Конвективный теплообмен. Основные понятия. Свободное движение жидкости. Вынужденное движение жидкости. Теплообмен излучением. Основные понятия. Уравнение теплового баланса теплообмена излучением. Закон Кирхгофа. Излучение газов и паров. Закон Стефана - Больцмана. Степень черноты. Теплообменные аппараты. Рекуперативные и регенеративные теплообменные аппараты

– Условия допуска. Работы на установках, связанных с взрывоопасными и пожароопасными веществами и материалами. Характеристика опасных и вредных производственных факторов. Правила хранения горючих веществ и материалов. Средства пожаротушения. Требования по обеспечению пожаро - и взрывобезопасности. Обязанности сотрудников перед началом работы. Обязанности сотрудников во время работы. Порядок совместных действий сотрудников и подразделений пожарной охраны при пожаре. Обязанности сотрудников по окончании работы.

3.8 Темы докладов

– Охрана окружающей среды, пожарная безопасность. Безопасность и жизнедеятельность при работе на тепловых агрегатах

3.9 Экзаменационные вопросы

– 1. По каким признакам классифицируется топливо? 2. Основные теплотехнические характеристики топлива. 3. Какое топливо называют условным? 4. Что называют теплотой сгорания топлива? 5. Какие элементы входят в состав топлива? 6. В чём различие между высшей и низшей теплотой сгорания топлива? 7. Что такое энергия? 8. В чём различие между идеальным и реальным газом? 9. Какие величины определяют состояние рабочего тела? 10. В чём различие

Согласована на портале № 3625

между теплотой и температурой? 11. Что называется термодинамическим процессом? 12. Какие процессы рассматривает термодинамика? 13. Какой физический смысл имеет газовая постоянная? 14. Что называют нормальными физическими условиями? 15. Почему изобарная теплоёмкость больше изохорной на величину газовой постоянной? 16. Что такое внутренняя энергия? 17. Первый закон термодинамики? 18. Что значит теплота и работа процесса? 19 Второй промежуточный контроль (вторая контрольная точка). 20. Что такое термодинамический цикл? 21. Что значит прямой и обратный процесс? 22. Что характеризует термический КПД? 23. Почему термический КПД всегда меньше единицы? 24. Какую закономерность раскрывает цикл Карно? 25. Формулировки второго начала термодинамики. 26. Особенности процесса парообразования. 2.7. Как изменяется температура пара в процессе конденсации? 28. Изобразите процессы парообразования в I-S диаграмме. 29. Как определить работу пара в адиабатном процессе на диаграммах? 30. Как определить теплосодержание пара? 31. Что такое точка росы? 32. Что такое относительная влажность? 33. Что такое влагосодержание? 34. Чем отличается цикл Ренкина от цикла Карно? 35. Как определяется КПД цикла Ренкина? 36. Уравнение теплового баланса? 37. Коэффициент теплопередачи и как он определяется? 38. Преимущества противоточного движения теплоносителей перед прямоточным. 39. Расчёт потери тепла через многослойную стенку.

3.10 Вопросы дифференцированного зачета

– 1 Каким методом: феноменологическим или статистическим – описываются процессы теплопроводности? 2 В чем отличие между феноменологическим и статистическим методами описания тепловых процессов? 3 Что называют температурным полем, градиентом температуры? 4 Дайте определение изотермической поверхности и изотермы. 5 Дайте определение и назовите единицы измерения следующих физических величин: тепловой поток, плотность теплового потока, коэффициент теплопроводности. 6 Сформулируйте законы Фурье и Ньютона – Рихмана. 7 Перечислите диапазон значений коэффициента теплопроводности металлов, неметаллов, жидкостей и газов. 8 Перечислите допущения, необходимые для вывода дифференциального уравнения теплопроводности. 9 Какой закон положен в основу вывода дифференциального уравнения теплопроводности? 10 Дайте определение и запишите единицы измерения объемной мощности внутренних источников тепла, коэффициентов температуропроводности и теплоотдачи. 11 Запишите дифференциальное уравнение теплопроводности. 12 Поясните, почему необходимо дополнять дифференциальные уравнения краевыми условиями. 13 Перечислите состав краевых условий (условий однозначности). 14 Что определяют геометрические и физические условия? 15 Что задают и в каком случае отсутствуют начальные условия? 16 Перечислите виды граничных условий. Что они выражают с точки зрения математической физики и при решении задач теплопроводности? 17 Запишите дифференциальное уравнение теплопроводности без внутренних источников тепла для цилиндрической стенки и его решение. 18 Запишите расчетные формулы и единицы измерения следующих физических величин: линейная плотность теплового потока, линейные термические сопротивления теплоотдачи, теплопередачи и теплопроводности многослойной цилиндрической стенки, линейный коэффициент теплопередачи. 19 Запишите выражение и схематически изобразите распределение температуры в однородной и многослойной цилиндрических стенках при заданных температурах поверхностей. 20 Запишите выражение для линейной плотности теплового потока в случае многослойной цилиндрической стенки, состоящей из n однородных слоев, при заданных температурах ее поверхностей, а также в процессе теплопередачи. 21 Дайте определение и запишите выражение для эквивалентного коэффициента теплопроводности многослойной цилиндрической стенки. 22 Запишите выражение для определения температуры в плоскости соприкосновения произвольных слоев многослойной цилиндрической стенки. 23 Дайте определение и запишите расчетную формулу для вычисления критического диаметра изоляции. 24 Поясните, в каком случае тепловой поток через цилиндрическую стенку будет возрастать при наложении изоляции. 25 В каких случаях увеличение теплового потока при наложении изоляции играет положительную роль? 26 Сформулируйте закон Ньютона – Рихмана. 27 Запишите определение коэффициента теплоотдачи. 28 Перечислите виды конвекции и дайте их определение. 29 Каким процессом является теплоотдача – простым или сложным – и почему? 30 Перечислите теплофизические свойства жидкостей. Назовите поря- док величины коэффициентов вязкости для воды и воздуха при комнатной температуре. 31 Является ли коэффициент теплоотдачи теплофизическим свойством и

Согласована на портале № 3625

почему? 32 Запишите определение и единицы измерения динамической и кинематической вязкости. 33 Перечислите режимы течения жидкостей. Какое критериальное число их определяет? 34 Как и почему зависит теплоотдача от режимов течения жидкости? 35 Дайте определение гидродинамического и температурного пограничных слоев. 36 Дайте определение теплового излучения, поясните его механизм. Что называют лучистым теплообменом? 37 Какие виды излучения вы знаете? Какие длины волн им соответствуют? 38 Какое излучение называется селективным или выборочным? В каком случае излучение имеет сплошной спектр? 39 Что называют объемным и поверхностным излучением? Излучение каких групп веществ носит объемный или поверхностный характер? 40 Излучение каких групп веществ имеет сплошной или селективный спектр и почему? 41 Какое излучение называют равновесным или неравновесным? 42 Какие тела называют абсолютно черными? Серыми? 43 В каком случае поверхность называется зеркальной? Абсолютно белой? 44 Какие среды называют диатермичными? Дайте определение коэффициентов поглощения, отражения и проницаемости. Запишите соотношение между ними. 45 Сформулируйте законы Планка, Релея – Джинса и Вина для равновесного излучения абсолютно черного тела. 46 Сформулируйте закон Стефана – Больцмана. 47 Сформулируйте закон Кирхгофа и следствия из него. 48 Сформулируйте закон Ламберта.

3.11 Темы лабораторных работ

– Определение влажности твёрдого топлива.Определение зольности твёрдого топлива Определение зольности нефти и нефтепродуктов.Определение температуры вспышки нефти и нефтепродуктов

– Определение удельных объёмов методом гидростатического взвешиванияПриборы и методы определения параметров рабочих тел.Энтропийные диаграммы. Определение параметров состояния воды и водяного пара.

– Оформление документации, положений и инструкций

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Техническая термодинамика : Учебное пособие для втузов / Василий Александрович Кудинов, Эдуард Михайлович Карташов. - 3-е изд., испр. - М. : Высшая школа, 2003. - 260[4] с. : ил. - Библиогр.: с. 255-256. - ISBN 5-06-004344-4 (в пер.) (наличие в библиотеке ТУСУР - 2 экз.)

2. Общая теплотехника : учебное пособие / Г. Н. Алексеев. - М. : Высшая школа, 1980. - 551, [1] с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 544. (наличие в библиотеке ТУСУР - 3 экз.)

4.2. Дополнительная литература

1. Трофимова, Т. И. Курс физики : учебное пособие для вузов / Т. И. Трофимова. - 18-е изд., стереотип. - М. : Академия, 2010. - 557, [3] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 252 экз.)

2. Пособие по теплофизике: Учебное пособие / Апкарьян А. С. - 2012. 99 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1170, свободный.

4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Теплофизика: Методические указания по лабораторным работам для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавра 280700.62 «Техносферная безопасность» (36 часов) / Апкарьян А. С. - 2015. 45 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/5507, свободный.

2. Теплофизика: Методические указания по СРС (самостоятельной и индивидуальной работе) студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавра 20.03.01 «Техносферная безопасность» / Апкарьян А. С. - 2015. 15 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/5259, свободный.

3. Теплофизика: Методические указания по практическим занятиям / Апкарьян А. С. - 2011. 15 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1936, свободный.

Согласована на портале № 3625

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. http://portal.tusur.ru
2. http://www.lib.tusur.ru

Согласована на портале № 3625