

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»
Кафедра «Теплогазоснабжение, вентиляция, водообеспечение и прикладная
гидрогазодинамика»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

С.1.1.19. «Техническая теплотехника»

специальности

08.05.01 «Строительство уникальных зданий и
сооружений» Специализация «Строительство
автомагистралей, аэродромов и специальных
сооружений»

форма обучения – очная (6 лет)

курс – 3

семестр – 5

зачетных единиц – 3

часов в неделю – 3

всего часов – 108 в

том числе:

лекции – 14

коллоквиумы – 4

практические занятия – 18

лабораторные занятия – 18

самостоятельная работа – 54

зачет – 5 семестр

экзамен – не предусмотрен УП

контрольная работа – не предусмотрена УП

РГР – не предусмотрено УП

курсовая работа – не предусмотрена УП

курсовой проект – не предусмотрен УП

1. Цели и задачи дисциплины

Цель преподавания дисциплины:

Ознакомить студентов с фундаментальными законами термодинамики (первое и второе начало, теории циклов), с основными формами распространения теплоты в пространстве, с процессами и оборудованием, используемыми при разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем. Предоставить студенту достаточные знания законов, понятий, характеристик теплообмена, дать возможность овладеть методиками аналитического, численного, инженерного расчета и экспериментальных исследований по дисциплине, дать представление о современных контрольно-измерительных приборах. Изучение основных закономерностей процессов взаимопревращений теплоты и работы, свойств идеальных и реальных рабочих тел и теплоносителей, циклов теплосиловых установок и холодильных машин.

Задачи изучения дисциплины:

Научить навыкам практического применения знаний гидравлических и теплотехнических законов, методик расчета, принципов работы гидроприводов, двигателей внутреннего сгорания и другого оборудования, применяемого в нефтегазовом хозяйстве; сформировать прочные знания свойств рабочих тел и законов их изменения в различных термодинамических процессах; обучить методам анализа эффективности циклов ТСУ; объяснить процессы преобразования и рационального использования энергии.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВПО

Дисциплина «Техническая теплотехника» включена в базовую часть дисциплин специализации ФГОС ВО 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений» профиля «Строительство автомагистралей, аэродромов и специальных сооружений».

Освоение дисциплины основывается на сумме знаний и навыков, приобретенных студентами в ходе изучения таких дисциплин, как С.1.1.14 «Физика», С.1.1.16 «Теоретическая механика», С.1.1.18 «Механика жидкости и газа», С.1.1.25 «Строительные материалы»

Знания, умения и навыки, полученные в процессе изучения дисциплины, используются как фундаментальные для других специальных дисциплин.

Дисциплина «Техническая теплотехника» является предшествующей для дисциплин профессионального цикла учебного плана

До начала изучения дисциплины студент должен:

знать: молекулярно-кинетическую теорию строения вещества, основные газовые законы строения вещества; элементы термодинамики, элементы неравновесной термодинамики, реальные газы, фазовые

равновесия и превращения, кинетические явления (явления переноса), элементы механики сплошных сред;

уметь: применять законы гидродинамики и молекулярно-кинетической теории, для решения технических задач;

владеть: навыками устного и письменного речевого общения в соответствии с нормами современного литературного языка; пользования программно-техническими средствами и нормативными документами, обеспечивающими доступ к информационным ресурсам с помощью соответствующих информационных и internet технологий; работы с компьютером как средством управления информацией и работы с информацией в глобальных компьютерных сетях; самостоятельной работой с учебной, научно-технической, нормативной литературой, электронным каталогом и базой;

иметь представление: о взаимосвязи дисциплины с другими дисциплинами специальности.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих общепрофессиональных компетенций: ОПК-6, ОПК-7.

- Использование основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применение методов математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования (**ОПК-6**).
- Способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат (**ОПК-7**).

В результате изучения дисциплины «Техническая теплотехника» студент:

должен знать:

- прикладные аспекты теплофизики: термодинамику, теплообмен, методы экспериментального и теоретического исследования равновесных и неравновесных свойств веществ и тепловых процессов;
- методы получения, преобразования, передачи и использования теплоты, а также принцип действия и конструктивные особенности тепло- и парогенераторов тепловых машин, агрегатов и устройств;
- нормативную базу в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест;
- научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по профилю деятельности;
- правила и технологии монтажа, наладки, испытания и сдачи в эксплуатацию конструкций, инженерных систем и оборудования строительных объектов.

должен уметь:

- производить расчеты основных процессов конвективного теплообмена;
- решать простейшие задачи теплообмена при фазовых превращениях;
- производить поверочный расчет тепломассообменного оборудования;
- использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

должен владеть:

- теоретическими знаниями в области: технической термодинамики и тепломассообмена;
- навыками применения на практике знаний и теоретических представлений в совокупности с пониманием физических основ рассматриваемых тепловых явлений;
- навыком применения нормативно-технической литературы
- навыком применения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта;
- основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией.

4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ Мо-ду-ля	№ Не-де-ли	№ Те-мы	Наименование темы	Часы/ Из них в интерактивной форме										
				Всего	Лек-ции	Коллок-виумы	Лабора-торные	Прак-тичес-кие	СРС					
5 семестр														
1	1	1	Основы технической термодинамики	14	4	-	6	4	-					
	2			2	Основы теории тепломассообмена	14	4	-	-	10	-			
2	3	3	Теплообменные аппараты			18	2	-	12	4	-			
	4			4	Физико-химические основы горения топлива	6	-	-	-	-	6			
	5					5	Технологические печи, сушильные и холодильные установки	44	2	4	-	-	38	
	6							6	Котельные установки и парогенераторы	2	2	-	-	-
	7									7	Энергосбережение и охрана окружающей среды	10	-	-
8	9	10	-			-	-	-	-					

№ Мо-ду-ля	№ Не-де-ли	№ Те-мы	Наименование темы	Часы/ Из них в интерактивной форме					
				Всего	Лек-ции	Коллок-виумы	Лабора-торные	Прак-тичес-кие	СРС
Всего				108	18	-	18	18	54

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	1	<p><u>Основные понятия термодинамики.</u> Термодинамическая система и ее термодинамические параметры. Термодинамическое равновесие и равновесный термодинамический процесс. Термодинамическая поверхность и диаграммы состояний. <u>Идеальный газ.</u> Уравнение состояния идеального газа. Смеси идеальных газов. <u>Энергетические характеристики термодинамических систем.</u> Внутренняя энергия. Энтальпия. Работа. Теплота. Теплоемкость.</p>	1,8
1	2	2	<p><u>Первое начало термодинамики.</u> Формулировка первого начала термодинамики. Энтальпия и ее свойства. Уравнение первого начала для идеального газа. <u>Второе начало термодинамики.</u> Обратимые и необратимые процессы. Циклы и их КПД. Формулировка второго начала термодинамики. Энтропия, ее изменение в обратимых и необратимых процессах. <i>T-s</i>-диаграмма состояний. Изменение энтропии в процессах идеального газа. <u>Термодинамика реальных рабочих тел.</u> Уравнения состояния реальных газов. Изменение агрегатного состояния вещества. Диаграммы и таблицы состояний. <u>Влажный воздух.</u> Основные понятия и определения. <i>h-d</i>-диаграмма влажного воздуха.</p>	1,8
2	2	3	<p><u>Основные понятия и законы теории теплообмена.</u> Виды теплообмена. Основные понятия и законы молекулярного и конвективного теплообмена. <u>Теплопроводность и теплопередача при стационарном режиме.</u> Теплопроводность веществ. Теплопроводность и теплопередача через плоскую стенку. Теплопроводность и теплопередача через цилиндрическую стенку. Теплопроводность и теплопередача через шаровую стенку. Теплопроводность ребренных поверхностей. <u>Теплопроводность при нестационарном режиме.</u> Условия подобия нестационарных температурных полей. Нестационарная теплопроводность плоской</p>	1,2,8,10

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
			стенки. Теплопроводность термически тонких тел.	
2	2	4	<p><u>Теплоотдача</u>. Факторы, влияющие на интенсивность теплоотдачи. Связь между теплоотдачей и трением. Законы трения и теплообмена для турбулентного пограничного слоя. Теплоотдача при вынужденной конвекции плоской пластины. Теплоотдача при внешнем обтекании одиночной трубы и трубных пучков. Теплоотдача при течении жидкости в трубах и каналах. Теплоотдача при свободной конвекции. Теплоотдача при фазовых превращениях. Интенсификация теплоотдачи.</p> <p><u>Радиационный теплообмен</u>. Основные понятия и определения. Основные законы радиационного теплообмена. Радиационный теплообмен между твердыми телами, разделенными прозрачной средой. Защитные экраны. Радиационный теплообмен между газом и оболочкой</p>	1,2,8,10
3	2	5	<p><u>Теплообменные аппараты</u>. Основные виды теплообменных аппаратов. Классификация и назначение. Основы теплового расчета. Эффективность теплообменных аппаратов. Реальные коэффициенты теплопередачи. Гидравлический расчет теплообменных аппаратов. Способы повышения эффективности теплообменных аппаратов.</p>	1,2,3,8,9,10
5	2	7	<p><u>Сушильные установки</u>. Значение сушки. Естественная и искусственная сушка материалов. Способы сушки. Тепловые режимы сушки. Классификация сушильных установок. Расход сушильного агента и теплоты на сушку.</p>	1,2,3,8,9,10
5	2	8	<p><u>Холодильные и криогенные установки</u>. Естественный и искусственные источники холода. Классификация холодильных установок. Холодильные агенты. Принципиальные схемы холодильных машин. Испарительное охлаждение воды. Эффект вихревого температурного разделения газа. Термоэлектрический эффект Пельтье.</p>	1,2,3,8,9,10
6	2	9	<p><u>Котельные установки</u>. Котельные установки, их типы и назначение. Технологическая схема котельной установки. Основное и вспомогательное оборудование котельной установки. Тепловой баланс котельного агрегата. Водогрейные и паровые котлы, их классификация и отличительные особенности. Котлы-утилизаторы. Методы гидравлических испытаний котлов. Водонагреватели, их виды и назначение.</p>	1,2,3,8,9,10
	18		Итого	

6. Содержание коллоквиумов

не предусмотрено учебным планом

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема коллоквиума. Вопросы, отрабатываемые на коллоквиуме	Учебно-методическое обеспечение
5	2	6	Технологические печи. Назначение печей. Общая схема устройства печи. Классификация промышленных печей. Принципиальные схемы промышленных печей. Особенности сжигания топлива в промышленных печах. Теплообмен в печах.	1,2,3,8,9,10

7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Задания, вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	1	Основные законы идеального газа. Теплоемкость	7 МУ утв. на заседании УМКН пр.№2 от 2.09.2015
1	2	2	Термодинамические процессы идеального газа. Водяной пар.	7 МУ утв. на заседании УМКН пр.№2 от 2.09.2015
2	2	3	Теплопроводность плоской, цилиндрической и шаровой стенок	7 МУ утв. на заседании УМКН пр.№2 от 2.09.2015
2	2	4	Теплопроводность многослойных стенок	7 МУ утв. на заседании УМКН пр.№2 от 2.09.2015
2	2	5	Теплопроводность цилиндрических и шаровых стенок.	7 МУ утв. на заседании УМКН пр.№2 от 2.09.2015
2	2	6	Теплопередача через многослойную плоскую стенку	7 МУ утв. на заседании УМКН пр.№2 от 2.09.2015
2	2	7	Теплопередача через многослойную цилиндрическую и шаровую стенки	7 МУ утв. на заседании УМКН пр.№2 от 2.09.2015
3	4	8,9	Расчет температуры стенки трубы поверхностей	7

			нагрева и определение толщины стенки трубы.	МУ утв. на заседании УМКН пр.№2 от 2.09.2015
	18		Итого	

При проведении практических занятий реализуется отработка следующих вопросов:

- контроль за усвоением студентами соответствующего раздела дисциплины;
- постановка задачи и методическое обеспечение ее реализации;
- изучение нормативных и справочных материалов;
- проведение численных расчетов;
- обобщение и анализ полученных результатов. Формирование выводов.

8. Перечень лабораторных работ

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема лабораторного занятия. Вопросы, отработываемые на лабораторном занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	6	1,2	Определение относительной влажности воздуха и точки росы помещения.	3,8 МУ утв. на заседании УМКН пр.№2 от 2.09.2015
3	6	3,4,5	Определение коэффициента теплопередачи биметаллического радиатора при теплоносителе – вода.	3,8 МУ утв. на заседании УМКН пр.№2 от 2.09.2015
3	6	6,7,8	Определение коэффициента теплопередачи пластинчатого теплообменника.	3,8 МУ утв. на заседании УМКН пр.№2 от 2.09.2015
Всего 18 часов				

Лабораторные работы по дисциплине проводятся в интерактивной форме. Освоение материала проводится по плану:

- проработка лабораторного практикума;
- входной контроль, по результатам которого студент получает доступ к выполнению лабораторных работ;
- проведение экспериментальных исследований;
- обработка экспериментальных результатов, определение погрешности измерений;
- оформление отчета и сдача зачета по выполненным работам.

Подробное описание критериев оценки готовности студента к проведению лаб. работ представлено в приложении к рабочей программе «Фонд оценочных средств».

При выполнении лабораторных работ используется оборудование, приобретенное по программе стратегического развития СГТУ. Описание оборудования представлено в методических указаниях к лабораторному практикуму.

9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего Часов	Вопросы для самостоятельного изучения	Учебно-методическое обеспечение
5	10	Конструкции холодильных компрессоров, испарителей, конденсаторов, отделителей	4,5,8,9,10

		жидкости, ресиверов	
5	6	Конструкции испарительных водоохлаждающих устройств	4,5,8,9,10
5	10	Опреснительные, выпарные и кристаллизационные установки	4,5,8,9,10
5	8	Перегонные и ректификационные установки	4,5,8,9,10
5	4	Виды теплоутилизаторов поверхностного типа	4,5,8,9,10
4	6	Основные виды промышленного топлива. Классификация, состав и теплотехнические характеристики топлив.	4,5,9,10
7	4	Комплексное использование вторичных энергоресурсов	4,5,6,10
7	6	Мероприятия по охране окружающей среды при работе теплотехнического оборудования	4,5,6,10
Всего 54 часа			

Самостоятельно изучаемые вопросы обсуждаются на занятиях по дисциплине в рамках соответствующих тем и оформляются в виде презентации.

10. Расчетно-графическая работа
не предусмотрена учебным планом

11. Курсовая работа
не предусмотрена учебным планом

12. Курсовой проект
не предусмотрен учебным планом

13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

Фонд оценочных средств позволяет оценить знания, умения, и уровень приобретенных компетенций.

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины «Техническая теплотехника» должны сформироваться следующие компетенции: ОПК-6, ОПК-7.

Профессиональные компетенции формируются с учетом обобщенных трудовых функций профессиональных стандартов «Руководитель строительной организации» (зарегистрирован в Минюсте России 27.01.2015 № 35739), «Организатор строительного производства» (зарегистрирован в Минюсте России 19.12.2014 № 35272).

К основным формам контроля, определяющим процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций по дисциплине «Техническая теплотехника» относятся:

1. Текущий контроль усвоения лекционного материала. Представляет собой один вопрос, ответ на который студент должен дать в результате прослушивания и конспектирования лекции. Поставленные вопросы требуют точных и коротких ответов. Текущий контроль проводится в устном виде в

течение лекции после изложения ключевых вопросов темы и в конце лекции. Проверяется правильность восприятия нового материала и сформированности понятий.

2. Выполнение практических работ и отчет по ним.

3. Выполнение лабораторных работ и отчет по ним.

4. Индивидуальные собеседования преподавателя со студентами в ходе самостоятельной работы под руководством преподавателя по субботам.

5. Проверка выполнения задания, выданного на самостоятельную работу студентам.

6. Промежуточная аттестация (модуль) по темам освоенных лекций. Модуль перед межсессионной аттестацией (7 неделя) студентов проводится письменно по вопросам, изучаемым на лекциях и самостоятельно. Второй модуль в конце семестра перед промежуточной аттестацией (17 неделя) проводится письменно по вопросам, изучаемым на лекциях и самостоятельно. Допускается применение бланкового тестирования.

7. Итоговая аттестация (зачет) по результатам изучения дисциплины проводится в форме устного зачета (при письменном изложении ответов), или тестирования (бланкового или компьютерного), для оценки формирования следующих компетенций: ОПК-6, ОПК-7. Тестовые задания расположены в системе AST Test СГТУ имени Гагарина Ю.А.

В рамках дисциплины используются следующие интерактивные формы обучения:

- вопросы в процессе чтения лекции; - проведение практических занятий в малых группах с обсуждением результатов; - подготовка, представление, обсуждение и оценка подготовленных

студентами разработок по заданным темам в форме дискуссий, рефератов или презентаций по результатам СРС.

Практические занятия считаются успешно выполненными в случае предоставления в конце занятия результатов решенных задач в рабочей тетради, включающих ход решения, соответствующие расчеты и схемы, с последующей защитой – ответе на вопросы по теме задачи. Шкала оценивания – «зачтено / не зачтено». «Зачтено» за практическое занятие ставится в случае, если оно полностью правильно выполнено, при этом студентом показано свободное владение материалом по дисциплине. «Не зачтено» ставится в случае, если результаты практического занятия сделаны неправильно либо сформулированные решения некорректны. Тогда работа возвращается студенту на доработку и затем вновь сдаётся на проверку преподавателю.

Лабораторные работы считаются успешно выполненными в случае предоставления конспекта лабораторной работы с результатами обработки экспериментальных данных в рабочей тетради, включающих название работы, цель, основные понятия и ход работы, протокол измерений, обработку экспериментальных данных, вывод, с последующей защитой –

ответе на вопросы по теме лабораторной работы. Шкала оценивания – «зачтено / не зачтено». «Зачтено» за лабораторную работу ставится в случае, если она полностью оформлена и правильно выполнена, при этом студентом показано свободное владение материалом. «Не зачтено» ставится в случае, если результаты лабораторной работы являются неверными, либо отсутствует конспект лабораторной работы. Тогда работа возвращается студенту на доработку и затем вновь сдается на проверку преподавателю.

Самостоятельная работа считается успешно выполненной в случае предоставления реферата по одной из тем. Оценивание рефератов проводится по принципу «зачтено» / «не зачтено». «Зачтено» выставляется в случае, если реферат оформлен в соответствии с критериями:

- правильность оформления реферата (титульная страница, оглавление и оформление источников);
- уровень раскрытия темы реферата / проработанность темы;
- структурированность материала;
- количество использованных литературных источников.

Если какой-либо из критериев не выполнен, реферат возвращается на доработку.

В конце каждого модуля обучающийся письменно отвечает на **тестовые задания**, содержащие вопросы по изученному материалу. Оценивание тестовых заданий проводится по принципу «зачтено» / «не зачтено». В качестве критериев оценивания используется количество правильных ответов. При ответе более чем, на 40 % вопросов выставляется «зачтено», в случае меньшего количества правильных ответов ставится «не зачтено».

К **зачету** по дисциплине студенты допускаются при:

- предоставлении оформленных и верно решенных задач и успешных отчетов по ним;
- предоставлении конспектов всех лабораторных работ и успешных отчетов по ним;
- сдачи рефератов с учетом того, что они «зачтены» преподавателем;
- успешном написании тестовых заданий.

Зачет может проходить по двум формам по выбору студента.

1 форма. Во время зачета студенту выдается билет с тремя вопросами и предоставляется время (не более 30 мин.) для подготовки ответов на вопросы, которые приведены в нем. При ответе на вопросы по билету преподаватель может задать другие вопросы по материалу всей дисциплины. Для получения зачета студент должен показать не только теоретические знания, но и уметь использовать их на практике.

2 форма. Зачет проходит в форме тестирования в системе АСТ-тест СГТУ. Студент проходит тестирование по данной дисциплине под своим именем (25 вопросов – 45 мин. времени). По окончании теста, программа выдает результат – зачтено/ не зачтено.

Результаты приема зачета оцениваются **«зачтено»**, **«не зачтено»**.

Критерии оценки тестового зачета:

0-39% правильных ответов – не зачтено;

40-100% правильных ответов – зачтено.

Пример зачетного билета

Билет 1

1. Термодинамическая система и ее термодинамические параметры.
2. Теплопроводность и теплопередача через цилиндрическую стенку.
3. Парокомпрессионные холодильные установки.

Вопросы для зачета

Данные вопросы входят в состав билетов по дисциплине. Билеты по дисциплине утверждены на заседании кафедры пр. №2 от 2 сентября 2015 года.

Модуль 1

1. Термодинамическая система и ее термодинамические параметры.
2. Термодинамическое равновесие и равновесный термодинамический процесс.
3. Термическое уравнение состояния. Термодинамическая поверхность и диаграммы состояний.
4. Уравнение состояния идеального газа. Смеси идеальных газов.
5. Внутренняя энергия.
6. Работа. Теплота. Теплоемкость.
7. Формулировка первого начала термодинамики.
8. Внутренняя энергия как функция состояния.
9. Энтальпия и ее свойства.
10. Уравнение первого начала для идеального газа.
11. Обратимые и необратимые процессы.
12. Термодинамические циклы и их КПД.
13. Формулировка второго начала термодинамики.
14. Цикл Карно. Теорема Карно.
15. Энтропия, ее изменение в обратимых и необратимых процессах.
16. $T-s$ -диаграмма состояний. Изменение энтропии в процессах идеального газа.
17. Термодинамическая шкала температур.
18. Уравнения состояния реальных газов.
19. Изменение агрегатного состояния вещества. Диаграммы и таблицы состояний.
20. Влажный воздух. Основные понятия и определения. $h-d$ -диаграмма влажного воздуха.
21. Виды теплообмена. Основные понятия и законы молекулярного и конвективного теплообмена.
22. Теплопроводность веществ.
23. Теплопроводность и теплопередача через плоскую стенку.
24. Теплопроводность и теплопередача через цилиндрическую стенку.
25. Теплопроводность и теплопередача через шаровую стенку.

26. Теплопроводность ребренных поверхностей.
27. Условия подобия нестационарных температурных полей.
28. Нестационарная теплопроводность плоской стенки. Теплопроводность термически тонких тел.
29. Факторы, влияющие на интенсивность теплоотдачи.
30. Связь между теплоотдачей и трением. Законы трения и теплообмена для турбулентного пограничного слоя.
31. Теплоотдача при вынужденной конвекции плоской пластины.
32. Теплоотдача при внешнем обтекании одиночной трубы и трубных пучков.
33. Теплоотдача при течении жидкости в трубах и каналах.
34. Теплоотдача при свободной конвекции.
35. Теплоотдача при фазовых превращениях. Интенсификация теплоотдачи.
36. Основные понятия, определения, основные законы радиационного теплообмена.
37. Радиационный теплообмен между твердыми телами, разделенными прозрачной средой. Защитные экраны.
38. Радиационный теплообмен между газом и оболочкой.

Модуль 2

39. Основные виды теплообменных аппаратов. Классификация и назначение.
40. Основы теплового расчета. Эффективность теплообменных аппаратов.
41. Реальные коэффициенты теплопередачи.
42. Гидравлический расчет теплообменных аппаратов.
43. Способы повышения эффективности теплообменных аппаратов.
44. Назначение технологических печей. Общая схема устройства печи.
45. Классификация промышленных печей. Принципиальные схемы промышленных печей.
46. Особенности сжигания топлива в промышленных печах. Теплообмен в печах.
47. Сушильные установки. Значение сушки. Естественная и искусственная сушка материалов. Способы сушки.
48. Тепловые режимы сушки. Классификация сушильных установок. Расход сушильного агента и теплоты на сушку.
49. Естественные источники холода
50. Фреоны
51. Воздушные холодильные установки
52. Парокомпрессионные холодильные установки
53. Абсорбционные холодильные установки
54. Принцип действия парокомпрессионных тепловых насосов
55. Вихревое температурное расширение газа (эффект и труба Ранка)

56. Холодильные установки на основе термоэлектрического эффекта
Пельтье
57. Испарительное охлаждение воды
58. Котельные установки, их типы и назначение. Технологическая схема котельной установки.
59. Основное и вспомогательное оборудование котельной установки.
Тепловой баланс котельного агрегата.
60. Водогрейные и паровые котлы, их классификация и отличительные особенности. Котлы-утилизаторы. Методы гидравлических испытаний котлов.

Тесты

1. Тепловые расчеты, которые выполняются в случае, если известна поверхность нагрева теплообменного аппарата и требуется определить количество переданной теплоты и конечные температуры рабочих сред, называются ...
2. Величина, определяемая отношением массы к объему вещества – это
- плотность
 - вязкость
 - температура
 - энтропия
3. Средний результат ударов молекул газа, находящихся в непрерывном хаотическом движении, о стенки сосуда, в котором заключен газ
- давление
 - температура
 - влагосодержание
 - энтропия
4. Чему равна абсолютная температура при $t=0^{\circ}\text{C}$ и в какова ее единица измерения?
- 273,15 К
 - 0 К
 - -273,15 К
 - 100 К
5. Газ, между молекулами которого отсутствуют силы взаимодействия, а молекулы принимаются за материальные точки, не имеющие объема – это
- идеальный газ
 - инертный газ
 - реальный газ
 - универсальный газ

- закон Менделеева-Клапейрона
- закон Гей-Люссака
- закон Бойля-Мариотта
- закон Паскаля

7. Сопоставить

- | | |
|----------|--------------------------------|
| 1. — —, | 1. закон Бойля-Мариотта |
| 2. + — — | 2. закон Гей-Люссака |
| 3. — — | 3. закон Менделеева-Клапейрона |

8. Молекулярный перенос теплоты при взаимодействиях частиц вещества (молекул, атомов, электронов и т.д.) – это ...

9. Перенос теплоты при перемещении объемов среды (жидкости или газа), имеющих разную температуру – это ...

10. Конвективный теплообмен между жидкостью и поверхностью твердого тела (стенкой) – это ...

11. Конвективный теплообмен между двумя жидкостями, разделенными твердой стенкой – это ...

12. Провести сопоставления:

1. теплообмен между жидкостью и стенкой
2. теплообмен между двумя жидкостями, разделенными твердой стенкой а.
теплоотдача
б. теплопередача

13. Вектор, направленный по нормали к изотермической поверхности, в сторону увеличения температуры и численно равный изменению температуры на единице длины – это ...

14. Количество теплоты, проходящее через заданную и нормальную к направлению распространения теплоты единичную площадку в единицу времени – это ...

- поверхностная плотность теплового потока -
- линейная плотность теплового потока -
- объемная плотность теплового потока

15. Тепловой поток, проходящий через боковую поверхность единичной длины некоего протяженного тела, произвольного, но постоянного по длине поперечного сечения – это ...

- поверхностная плотность теплового потока
- линейная плотность теплового потока
- объемная плотность теплового потока

16. Количество теплоты, которое выделяется или поглощается внутри единичного объема тела в единицу времени – это ...

- объемная плотность теплового потока.
- линейная плотность теплового потока
- поверхностная плотность теплового потока

17. Совокупность значений температуры во всех точках данной расчетной области и во времени – это ...

- температурное поле
- градиент температуры
- тепломассообмен
- теплопроводность

18. Поверхность равных температур – это ...

- температурное поле
- изотермическая поверхность
- градиент температуры
- тепловой поток

19. Вектор, направленный по нормали к изотермической поверхности, в сторону увеличения температуры и численно равный изменению температуры на единице длины – это...

- температурное поле
- изотермическая поверхность
- градиент температуры
- тепловой поток

20. Сопоставить вид плотности теплового потока и размерность:

- | | |
|-----------------|----------------------|
| 1.поверхностная | а. Вт/м ² |
| 2.линейная | б. Вт/м |
| 3.объемная | в. Вт/м ³ |

21. Способ передачи теплоты, называемый кондукцией – это ...

- теплопроводность
- конвекция
- излучение
- радиация

22. Упорядочить процесс передачи тепла от более нагретого тела к менее нагретому

1. теплоотдача от горячего теплоносителя к стенке
2. теплопроводность внутри стенки
3. теплоотдача от стенки к холодному теплоносителю

23. Тепломассообменные аппараты – это устройства, в которых осуществляются процессы: между двумя или несколькими средами.

- теплообмена -
- массообмена -
- холодообмена
- тепломассообмена

24. Жидкое или газообразное вещество, применяемое для передачи тепловой энергии – это ...

- теплоноситель
- теплообменник
- терморегулятор
- термостат

25. Устройство, в котором осуществляется теплообмен между двумя теплоносителями, имеющими различные температуры – это ...

- теплообменник
- терморегулятор
- массообменник
- гидропривод

26. Жидкое или газообразное вещество, применяемое для передачи тепловой энергии – это ...

27. Устройства, в которых осуществляются процессы тепло- и массообмена между двумя или несколькими средами – это ...

28. Устройство, в котором осуществляется теплообмен между двумя теплоносителями, имеющими различные температуры – это ...

29. Устройство, в котором осуществляется теплообмен между двумя теплоносителями, имеющими различные температуры – это ...

- рекуперативные теплообменные аппараты -
- регенеративные теплообменные аппараты -
- смесительные теплообменные аппараты

30. Рекуперативный теплообменник, в котором один из теплоносителей протекает внутри труб, находящихся внутри кожуха, а второй омывает наружные поверхности этих труб, называется ...

31. Стенка, которая омывается с обеих сторон теплоносителями, называется
- + рабочая поверхность теплообменника
 - рабочая точка
 - кожух
32. Тепловые расчеты, которые выполняются в случае, если известна поверхность нагрева теплообменного аппарата и требуется определить количество переданной теплоты и конечные температуры рабочих сред, называются ...
- поверочные
 - конструктивные
 - энергетические
 - проектные
33. Тепловые расчеты, которые выполняются при проектировании новых аппаратов, целью которых является определение поверхности теплообмена называются ...
- поверочные
 - конструктивные
 - энергетические
 - балансные
34. Аппараты, в которых одна и та же поверхность нагрева через определенные промежутки времени омывается то горячей, то холодной жидкостью, называются ...
- рекуперативные теплообменные аппараты
 - регенеративные теплообменные аппараты
 - смесительные теплообменные аппараты
35. Устройства, в которых осуществляется тепломассообмен при непосредственном контакте и смешении горячей и холодной сред, называются ...
- рекуперативные теплообменные аппараты
 - регенеративные теплообменные аппараты
 - смесительные теплообменные аппараты
36. Среда, обладающая свойствами теплоносителя, который используется в тепловых системах для передачи тепла от обрабатываемых объектов с целью их сушки – это
- сушильный агент
 - хладагент
 - конденсат
 - сжатый воздух

37. Сушильные установки, в которых в качестве сушильного агента применяются нагретый воздух или дымовые газы – это

- конвективные
- барабанные
- аэрофонтанная
- с кипящим слоем

38. Установки с сопловым обдувом струи нагретого воздуха направленных перпендикулярно к поверхности высушиваемого материала – это

- с сопловым обдувом
- барабанные
- аэрофонтанная
- с кипящим слоем

39. Сушильные установки, применяемые для сушки мелкокусковых и волокнистых материалов в движущемся слое. В качестве транспортера применяется плетеная металлическая сетка или перфорированная штампованная лента – это

- ленточного типа
- барабанные
- аэрофонтанные
- с кипящим слоем

40. Сушильные установки, особенность работы которых заключается в том, что восходящая струя воздуха (или газа) в центре конуса увлекает частицы материала, которые, достигнув определенной высоты, возвращаются вниз вдоль стенок конусной части, напоминая траекторию полета капли в фонтане – это

- ленточного типа
- барабанные
- аэрофонтанные
- с кипящим слоем

41. Установки, принцип действия которых основан на перемещении влажного материала совместно с потоком нагретого воздуха или продуктов сгорания – это

- пневматические
- барабанные
- аэрофонтанные
- с кипящим слоем

42. Установки, основным узлом в которых является сушильный барабан, имеющий цилиндрическую форму – это ...

- пневматические
- барабанные

- аэрофонтанные
- с кипящим слоем

43. Обеспечение потребителей тепловой энергией и теплоносителем – это ...

44. Совокупность источников тепловой энергии и теплопотребляющих установок, технологически соединенных тепловыми сетями – это ...

45. Устройство, предназначенное для производства тепловой энергии – это ...

46. Устройство, предназначенное для использования тепловой энергии, теплоносителя для нужд потребителя тепловой энергии – это ...

47. Совокупность устройств (включая центральные тепловые пункты, насосные станции), предназначенных для передачи тепловой энергии, теплоносителя от источников тепловой энергии до теплопотребляющих установок – это ...

48. Где осуществляется комбинированная выработка тепловой и электрической энергии (когенерация тепловой и электрической энергии) – это ...

- теплоэлектроцентраль
- гидроэлектростанция
- котельная
- атомная электростанция

49. При отдельном способе тепловая энергия вырабатывается в ...

- котельная
- теплоэлектроцентраль
- бойлерная
- компрессорная станция

50. Устройство, предназначенное для получения водяного пара обычно высокого давления и температуры – это

- паровой котел
- водогрейный котел
- котел-утилизатор
- бойлер

51. Посредством какого устройства топливо и воздух подаются в топку котла?

- форсунки
- смотровые окна
- дымовая труба
- дымосос

52. Какова минимальная температура уходящих из трубы дымовых газов

- точки росы
- мокрого термометра
- окружающего воздуха
- 273,15 К

53. Что происходит в дымовой трубе, если происходит выпадение конденсата:

- кислотная коррозия
- кислородная коррозия
- эрозия материала
- биологические обрастания

54. Питательная вода котельного агрегата должна по своему химическому составу быть приближена к ...:

- дистилляту
- речной воде
- морской воде
- водопроводной воде

55. Где подогревается воздух перед подачей в топку котла

- воздухоподогреватель
- экономайзер
- пароперегреватель
- компрессор

56. Как называются подъемные трубы, в которых происходит процесс парообразования

- экранные
- нагнетательные
- опускные
- паропроводные

57. Как называется подогреватель поступающей в котел воды

- экономайзер
- конденсатор
- водоводяной теплообменник
- пароводяной теплообменник

58. Благодаря какому устройству увеличивается скорость дымовых газов

- дымосос
- дутьевой вентилятор
- вытяжной вентилятор
- компрессор

59. Как называется подогреватель поступающей в котел воды ...
60. Какое устройство увеличивает скорость дымовых газов...
61. Как называются подъемные трубы, в которых происходит процесс парообразования ...
62. Устройство, предназначенное для получения водяного пара обычно высокого давления и температуры ...
63. Среда, обладающая свойствами теплоносителя, который используется в тепловых системах для передачи тепла от обрабатываемых объектов с целью их сушки – это ...
64. Способ передачи теплоты, называемый также кондукцией – это ...
65. Устройство, предназначенное для нагрева воды систем теплоснабжения – это ...

14. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, разбор конкретных ситуаций с использованием лабораторного оборудования), в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Тема занятия	Вид занятия	Интерактивная форма
<u>Основные понятия термодинамики.</u> Термодинамическая система и ее термодинамические параметры. Термодинамическое равновесие и равновесный термодинамический процесс. Термодинамическая поверхность и диаграммы состояний. <u>Идеальный газ.</u> Уравнение состояния идеального газа. Смеси идеальных газов. <u>Энергетические характеристики термодинамических систем.</u> Внутренняя энергия. Энтальпия. Работа. Теплота. Теплоемкость.	Лекция	Интерактивная лекция-презентация с элементами дискуссии
<u>Первое начало термодинамики.</u> Формулировка первого начала термодинамики. Энтальпия и ее свойства. Уравнение первого начала для идеального газа.	Лекция	Интерактивная лекция-презентация с элементами дискуссии

<p><u>Второе начало термодинамики.</u> Обратимые и необратимые процессы. Циклы и их КПД. Формулировка второго начала термодинамики. Энтропия, ее изменение в обратимых и необратимых процессах. <i>T-s</i>-диаграмма состояний. Изменение энтропии в процессах идеального газа. <u>Термодинамика реальных рабочих тел.</u> Уравнения состояния реальных газов. Изменение агрегатного состояния вещества. Диаграммы и таблицы состояний. <u>Влажный воздух.</u> Основные понятия и определения. <i>h-d</i>-диаграмма влажного воздуха.</p>		
<p><u>Основные понятия и законы теории теплообмена.</u> Виды теплообмена. Основные понятия и законы молекулярного и конвективного теплообмена. <u>Теплопроводность и теплопередача при стационарном режиме.</u> Теплопроводность веществ. Теплопроводность и теплопередача через плоскую стенку. Теплопроводность и теплопередача через цилиндрическую стенку. Теплопроводность и теплопередача через шаровую стенку. Теплопроводность ребренных поверхностей. <u>Теплопроводность при нестационарном режиме.</u> Условия подобия нестационарных температурных полей. Нестационарная теплопроводность плоской стенки. Теплопроводность термически тонких тел.</p>	<p>Лекция</p>	<p>Интерактивная лекция-презентация с элементами дискуссии</p>
<p><u>Теплоотдача.</u> Факторы, влияющие на интенсивность теплоотдачи. Связь между теплоотдачей и трением. Законы трения и теплообмена для турбулентного пограничного слоя. Теплоотдача при вынужденной конвекции плоской пластины. Теплоотдача при внешнем обтекании одиночной трубы и трубных пучков. Теплоотдача при течении жидкости в трубах и каналах. Теплоотдача при свободной конвекции. Теплоотдача при фазовых превращениях. Интенсификация теплоотдачи. <u>Радиационный теплообмен.</u> Основные</p>	<p>Лекция</p>	<p>Интерактивная лекция-презентация с элементами дискуссии</p>

<p>понятия и определения. Основные законы радиационного теплообмена. Радиационный теплообмен между твердыми телами, разделенными прозрачной средой. Защитные экраны. Радиационный теплообмен между газом и оболочкой</p>		
<p><u>Теплообменные аппараты.</u> Основные виды теплообменных аппаратов. Классификация и назначение. Основы теплового расчета. Эффективность теплообменных аппаратов. Реальные коэффициенты теплопередачи. Гидравлический расчет теплообменных аппаратов. Способы повышения эффективности теплообменных аппаратов.</p>	Лекция	Интерактивная лекция-презентация с элементами дискуссии
<p><u>Технологические печи.</u> Назначение печей. Общая схема устройства печи. Классификация промышленных печей. Принципиальные схемы промышленных печей. Особенности сжигания топлива в промышленных печах. Теплообмен в печах.</p>	Лекция	Интерактивная лекция-презентация с элементами дискуссии
<p><u>Сушильные установки.</u> Значение сушки. Естественная и искусственная сушка материалов. Способы сушки. Тепловые режимы сушки. Классификация сушильных установок. Расход сушильного агента и теплоты на сушку.</p>	Лекция	Интерактивная лекция-презентация с элементами дискуссии
<p><u>Холодильные и криогенные установки.</u> Естественный и искусственные источники холода. Классификация холодильных установок. Холодильные агенты. Принципиальные схемы холодильных машин. Испарительное охлаждение воды. Эффект вихревого температурного разделения газа. Термоэлектрический эффект Пельтье.</p>	Лекция	Интерактивная лекция-презентация с элементами дискуссии
<p><u>Котельные установки.</u> Котельные установки, их типы и назначение. Технологическая схема котельной установки. Основное и вспомогательное оборудование котельной установки. Тепловой баланс котельного агрегата. Водогрейные и паровые котлы, их классификация и отличительные особенности. Котлы-утилизаторы. Методы гидравлических испытаний котлов. Водонагреватели, их виды и назначение.</p>	Лекция	Интерактивная лекция-презентация с элементами дискуссии

Основные законы идеального газа. Теплоемкость	Практическая работа	Работа в малых группах
Термодинамические процессы идеального газа. Водяной пар.	Практическая работа	Работа в малых группах
Теплопроводность плоской, цилиндрической и шаровой стенок	Практическая работа	Работа в малых группах
Теплопроводность многослойных стенок	Практическая работа	Работа в малых группах
Теплопроводность цилиндрических и шаровых стенок.	Практическая работа	Работа в малых группах
Теплопередача через многослойную плоскую стенку	Практическая работа	Работа в малых группах
Теплопередача через многослойную цилиндрическую и шаровую стенки	Практическая работа	Работа в малых группах
Расчет температуры стенки трубы поверхностей нагрева и определение толщины стенки трубы.	Практическая работа	Работа в малых группах
Определение температуры точки росы помещения.	Лабораторная работа	Работа в малых группах
Определение коэффициента теплопередачи биметаллического радиатора при теплоносителе – вода.	Лабораторная работа	Работа в малых группах
Определение коэффициента теплопередачи пластинчатого теплообменника.	Лабораторная работа	Работа в малых группах

Лекционные занятия проводятся в форме лекций с использованием компьютера с демонстрацией презентационного материала дисциплины. Перечень демонстрируемого материала и сами материалы представлены в ИОС СГТУ имени Гагарина Ю.А. Студентам передается раздаточный материал на электронном и бумажном носителе. Предусматривается самостоятельное выполнение отдельных иллюстраций.

Практические занятия проводятся с использованием необходимых информационных материалов (в том числе, представленных в ИОС): нормативной документации, базы данных, справочников, специализированного программного обеспечения.

Лабораторные занятия проводятся с использованием необходимого лабораторного оборудования.

При выполнении лабораторных работ используется оборудование, приобретенное по программе стратегического развития СГТУ имени Гагарина Ю.А.:

– Прибор для измерения температуры и влажности Testo 625.

~ Термометр инфракрасный «Кельвин-800 ЛЦ-м»

~ Устройство для измерения распределения температур Тепловизор Testo

Самостоятельная работа включает подготовку к практическим занятиям, написанию реферата, опросам, зачету.

При осуществлении образовательного процесса применяются информационные справочные системы и электронные материалы, размещенные в системе ИОС СГТУ.

15. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Обязательные издания.

1. Замалеев З.Х. Основы гидравлики и теплотехники [Электронный ресурс]: Учебное издание / Под общей ред. проф. В.Н. Посохина. - М.: Издательство АСВ, 2014. - 424 с.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432300218.html> - ЭБС «Электронная библиотека технического вуза» - по паролю.

2. Основы теплопередачи / М. А. Михеев, И. М. Михеева. - 3-е изд., репринт. - М.: ИД «Бастет», 2011. - 344 с. (Экземпляры всего: 20).

3. Теплотехника: учебник / А. П. Баскаков [и др.]; под ред. А. П. Баскакова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: ИД «Бастет», 2011. - 328 с. (Экземпляры всего: 10).

4. Основы современной энергетики [Электронный ресурс]: в 2 т.: учебник / под ред. Е. В. Аметистова. –5-е изд., стер. - Электрон. текстовые дан. - М.: ИД МЭИ, 2011 Т. 1: Современная теплоэнергетика / А. Д. Трухний [и др.]; под ред. А. Д.

Трухния. - 2011. – on-line: цв. – Гриф: допущено УМО вузов – Рек. Корпоративным энерг. ун-том в качестве учеб. пособия для системы подгот., переподгот. и повышения квалификации персонала энерг. компаний, а также для вузов, осуществляющих подгот. энергетиков. – Электронный аналог печатного издания.

Режим доступа: <http://lib.sstu.ru/index.php/elmrazdel/mellelib/3321-elreselibonline>. - книга доступна в ЭБС «Библио Тех» - по паролю.

2. Дополнительные издания.

5. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях / А.А. Кудинов, С.К. Зиганшина. – М.: Машиностроение, 2011. – 374 с. (Экземпляры всего: 10).

6. Задачник по технической термодинамике и теории тепломассообмена: учеб. пособие / В. Н. Афанасьев [и др.]; под ред.: В. И. Крутова, Г. Б. Петражицкого. - 2-е изд., стер. - СПб.: БХВ-Петербург, 2011. - 384 с. (Экземпляры всего: 10).

7. Техническая термодинамика и теплопередача: учебник для бакалавров / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк. - М. : Юрайт, (2011, 2013). - 560 с. (Экземпляры всего: 2).

8. Основы энергетики: учебник / Г. Ф. Быстрицкий. - 3-е изд., стер. - М.: Кнорус, (2005, 2011, 2012). - 352 с. (Экземпляры всего: 8).

3. Периодические издания

9. Теоретические основы теплотехники. Промышленная теплотехника: научно-информ. издание, в котором публикуются рефераты, аннотации и библиографические описания отечественных и зарубежных публикаций в данной области науки и техники. – М. Изд-во «ВИНИТИ РАН», (архив 2010-2015), №1-12. - ISSN.

4. Интернет-ресурсы

14. <http://www.thermophysics-and-thermotechnics.ingnpublishing.com/>

Электронный научный журнал «Теплофизика и теплотехника»

15. www.engstroy.spb.ru/ Научное издание «Инженерно-строительный журнал»

16. www.ittf.kiev.ua/journal/ Журнал «Промышленная теплотехника»

17. www.tepen.ru/ Ежемесячный теоретический и научно-практический журнал «Теплоэнергетика»

5. Источники ИОС

https://portal.sstu.ru/Fakult/SADI/SOD/stzs_s2110_5/default.aspx

16. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Лекционные занятия проводятся в мультимедийном режиме в аудитории, которая оснащена соответствующим мультимедийным оборудованием и рассчитана на 50 посадочных мест (площадью 50 м²).

В лекционном курсе используются демонстрационные плакаты.

Практические занятия проводятся в аудитории, которая оснащена соответствующим мультимедийным оборудованием и учебным оборудованием и рассчитана на 30 посадочных мест (площадью 50 м²).

Для проведения практических занятий имеется достаточное количество справочного и информационного материала.

Для проведения лабораторных работ используется учебное оборудование.

Имеются помещения для хранения учебного оборудования площадью 15 м² и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования площадью 15 м².

Для самостоятельной работы студентов используется аудитория, площадью 35,9 м² (количество компьютеров – 1 шт.), аудитория, площадью 51 м² (количество компьютеров – 15 шт.), аудитория, площадью 35,9 м² (количество компьютеров – 15 шт.).

На всех рабочих местах имеется выход в Интернет и ИОС, электронно-библиотечную систему, электронную библиотеку вуза и профессиональный комплекс для проектирования автомобильных дорог CREDO.

Материалы УМКД дисциплины студенты используют через информационно-образовательную среду вуза на сайте www.sstu.ru.

Графические среды:

Autodesk AutoCad, Adobe PhotoStudio CS2, АСКОН Компас АСКОН Компас 3D, CorelDraw Graphics Suite X6.

Офисные среды:

Microsoft Office, doPDF, Adobe Reader, WinRar, DJVU reader, Screen Media (интерактивная доска).

Тестовые программы:

Ast Test Player