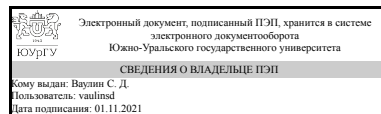


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Политехнический институт



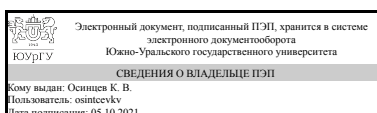
С. Д. Ваулин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины В.1.11 Термодинамика и теплопередача  
для направления 15.03.01 Машиностроение  
уровень бакалавр тип программы Академический бакалавриат  
профиль подготовки Оборудование и технология сварочного производства  
форма обучения заочная  
кафедра-разработчик Промышленная теплоэнергетика

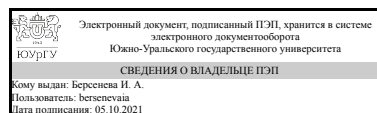
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение, утверждённым приказом Минобрнауки от 03.09.2015 № 957

Зав.кафедрой разработчика,  
к.техн.н., доц.



К. В. Осинцев

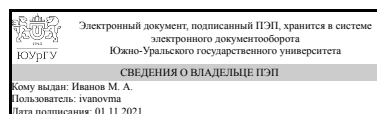
Разработчик программы,  
к.техн.н., доцент (кн)



И. А. Берсенева

СОГЛАСОВАНО

Зав.выпускающей кафедрой  
Оборудование и технология  
сварочного производства  
к.техн.н., доц.



М. А. Иванов

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Термодинамика и теплопередача» является формирование знаний у бакалавров по термодинамике и теплопередаче, а так же применение этих знаний на практике. Для достижения поставленной цели, в курсе необходимо решить следующие задачи: - изучить законы термодинамики, процессы взаимного преобразования теплоты и работы; - ознакомить с методами расчета и анализа рабочих процессов и циклов теплотехнических установок с целью достижения их наивысшей энергетической эффективности; - изучить закономерности основных процессов переноса теплоты; - освоить методы решения различных задач теплообмена.

## Краткое содержание дисциплины

В дисциплине рассматриваются основы термодинамики, термодинамические процессы, компрессорная техника, циклы ДВС, основные способы передачи теплоты: теплопроводность, конвекция, излучение и их закономерности, процессы с влажным воздухом, теплообменные устройства.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПК-17 умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения	Знать: Знать: теплотехнические процессы при решении профессиональных задач в области эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов
	Уметь: Уметь: применять знания по теплотехнике для идентификации, формулирования и решения технических и технологических проблем эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов
	Владеть: Владеть: готовностью к выполнению элементов расчетно-проектировочной работы по созданию и модернизации систем и средств эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.06 Физика	Не предусмотрены

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Б.1.06 Физика	Знать и уметь использовать законы физики

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	12	12	
Лекции (Л)	8	8	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	4	4	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	96	96	
Подготовка к контрольным работам	60	60	
Подготовка к экзамену	36	36	
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет	

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Термодинамика: основные понятия и определения. Теплоемкость.	1	1	0	0
2	Первый закон термодинамики. Термодинамические процессы идеальных газов.	2	1	1	0
3	Второй закон термодинамики.	1	1	0	0
4	Компрессорная техника. Газовые циклы	1	1	0	0
5	Способы распространения теплоты. Основные понятия и определения. Теплопроводность	2	1	1	0
6	Конвективный теплообмен	2	1	1	0
7	Кипение. Конденсация	1	1	0	0
8	Лучистый теплообмен	2	1	1	0

##### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Основные понятия и определения. Параметры состояния. Основные газовые законы. Уравнение состояния идеального газа. Понятие теплоемкости. Газовые смеси.	1
1	2	Понятие внутренней энергии. Работа газа. Первый закон термодинамики. Уравнение первого закона термодинамики. Энтальпия газа, ее физический смысл. Изохорный, изобарный и изотермические процессы изменения состояния газа. Соотношение параметров и работа газа в процессах. Адиабатный процесс изменения состояния газа. Политропный процесс изменения состояния газа, его обобщающее значение.	1

2	3	Основные положения и формулировки 2-ого закона термодинамики. Термический коэффициент полезного действия цикла теплового двигателя. Холодильный коэффициент циклов. Цикл Карно. Энтропия.	1
2	4	Компрессорная техника. Идеальный цикл работы компрессорной установки. Работа, затраченная на привод идеального компрессора при изотермическом, адиабатном и политропном процессе сжатия Действительная индикаторная диаграмма одноступенчатого компрессора. Многоступенчатые компрессоры. Циклы ДВС. Циклы с подводом теплоты при постоянном давлении и постоянном объеме. Цикл со смешанным подводом теплоты. Параметры в характерных точках цикла. Термические КПД циклов, их соотношение. Обратные циклы. Схема и цикл воздушной холодильной установки. Схема и цикл парокомпрессионной холодильной установки.	1
3	5	Способы распространения теплоты: теплопроводность, конвекция, излучение. Определение основных понятий: температурное поле, градиент температуры, тепловой поток, плотность теплового потока. Теплопроводность. Основной закон теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности. Теплопроводность при стационарном режиме. Передача теплоты через плоскую, цилиндрическую однослойную и многослойную стенки в граничных условиях первого рода. Понятие теплопередачи. Коэффициент теплопередачи. Передача теплоты через плоскую, цилиндрическую однослойную и многослойную стенки в граничных условиях третьего рода. Пути интенсификации процесса теплопередачи. Теплопроводность при нестационарном режиме. Неограниченная пластина. Цилиндр бесконечной длины.	1
3	6	Понятие вынужденной и свободной конвекции. Режимы течения. Основы теории подобия. Критерии подобия. Определение теплового потока по балансу энергии жидкости. Теплообмен при свободном движении жидкости. Теплообмен при вынужденном (ламинарном, турбулентном) течении жидкости в трубе. Теплообмен при поперечном обтекании одиночной трубы и пучка труб.	1
4	7	Теплоотдача при кипении жидкости. Пузырьковое и пленочное кипение. Теплоотдача при конденсации пара Влияние различных факторов на теплоотдачу при конденсации.	1
4	8	Общие понятия о теплообмене излучением. Законы теплового излучения. Лучистый теплообмен между твердыми телами (параллельные пластины). Теплообмен излучением между телами, одно из которых находится внутри другого.	1

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Термодинамические процессы идеальных газов.	1
1	5	Теплопроводность	1
2	6	Конвективный теплообмен	1
2	8	Лучистый теплообмен	1

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС

Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Подготовка к контрольной работе. Теплопроводность. Конвективный теплообмен. Теплопередача	[4], стр. 17-89, 112-122; [3 доп.], стр. 3-52	15
Подготовка к экзамену	[1], стр. 3-167; [2], стр. 4-212; [4], стр. 17-512; [1 доп.], стр. 107-139; [3 доп.], стр. 3-135	36
Подготовка к контрольной работе. Кипение. Конденсация. Лучистый теплообмен.	[4], стр. 124-406, 418-498; [3 доп.], стр. 55-78	15
Подготовка к контрольной работе. Термодинамические процессы идеальных газов. Газовые циклы.	[1], стр. 22-31, 38-68, 71-87, 157-167; [2], стр. 15-34, 78-105, 199-212;	15
Подготовка к контрольной работе. Уравнение состояния идеального газа. Теплоемкость. Газовые смеси.	[1], стр. 3-15, 32-36; [2], стр. 4-14;	15

## 6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Интерактивные формы проведения занятий	Практические занятия и семинары	Творческие задания, дискуссия, круглый стол	2
Компьютерная симуляция	Практические занятия и семинары	Компьютерное моделирование тепловых процессов в поверхностных теплообменных установках. Имитационное моделирование позволяет наглядно, путем варьирования установить факторы, эффективно влияющие на интенсификацию теплообмена, и на этой основе оценить оптимальные характеристики работы теплообменных аппаратов.	2

## Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины. Результаты полученные при моделировании студенты используют при написании научных статей. Возможность ознакомления с новыми энергосберегающими технологиями ( ПНР-1).

## 7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНЫ	Вид контроля (включая	№№ заданий
----------------------------------	---------------------------------	-----------------------	------------

		текущий)	
Термодинамика: основные понятия и определения. Теплоемкость.	ПК-17 умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения	Текущий контроль	1
Первый закон термодинамики. Термодинамические процессы идеальных газов.	ПК-17 умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения	Текущий контроль	2
Способы распространения теплоты. Основные понятия и определения. Теплопроводность	ПК-17 умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения	Текущий контроль	3
Лучистый теплообмен	ПК-17 умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения	Текущий контроль	4
Лучистый теплообмен	ПК-17 умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения	Текущий контроль	5
Все разделы	ПК-17 умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения	Промежуточная аттестация	6

## 7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Текущий контроль	Контрольная работа №1. Работа выполняется письменно на последнем занятии изучаемого раздела. Время, отведенное на опрос 50 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Порядок начисления баллов: В контрольной	Отлично: Величина рейтинга обучающегося за мероприятие 85...100 % Хорошо: Величина рейтинга обучающегося за мероприятие 75...84 % Удовлетворительно: Величина рейтинга

	<p>работе 5 заданий. За правильный ответ на вопрос - 3 балла. 3 балла - верно записаны все исходные формулы, проведены необходимые математические преобразования, получен правильный ответ (задание сделано полностью); 2 балла - записаны все исходные формулы, проведены необходимые математические преобразования с небольшой погрешностью, получен ответ (задание сделано полностью, но с недочетами); 1 балл - правильно записаны исходные формулы (задание сделано частично); 0 баллов - в одной или более исходных формулах допущены ошибки. Максимальное количество баллов-15. Весовой коэффициент мероприятия-1.</p>	<p>обучающегося за мероприятие 60...74 % Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося за мероприятие 0...59 %</p>
Текущий контроль	<p>Контрольная работа №2. Работа выполняется письменно на последнем занятии изучаемого раздела. Время, отведенное на опрос 50 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). В контрольной работе 5 заданий. За правильный ответ на вопрос - 3 балла. 3 балла - верно записаны все исходные формулы, проведены необходимые математические преобразования, получен правильный ответ (задание сделано полностью); 2 балла - записаны все исходные формулы, проведены необходимые математические преобразования с небольшой погрешностью, получен ответ (задание сделано полностью, но с недочетами); 1 балл - правильно записаны исходные формулы (задание сделано частично); 0 баллов - в одной или более исходных формулах допущены ошибки. Максимальное количество баллов-15. Весовой коэффициент мероприятия-1.</p>	<p>Отлично: Величина рейтинга обучающегося за мероприятие 85...100 % Хорошо: Величина рейтинга обучающегося за мероприятие 75...84 % Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося за мероприятие 60...74 % Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося за мероприятие 0...59 %</p>
Текущий контроль	<p>Контрольная работа №3. Работа выполняется письменно на последнем занятии изучаемого раздела. Время, отведенное на опрос 50 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Порядок начисления баллов: В контрольной работе 5 заданий. За правильный ответ на вопрос - 3 балла. 3 балла - верно записаны все исходные формулы, проведены необходимые математические преобразования, получен правильный ответ (задание сделано полностью); 2 балла - записаны все исходные формулы, проведены необходимые математические преобразования с небольшой погрешностью, получен ответ (задание сделано полностью, но с недочетами); 1 балл - правильно записаны исходные формулы (задание сделано частично); 0 баллов - в одной или более исходных формулах допущены ошибки. Максимальное количество баллов-15. Весовой коэффициент</p>	<p>Отлично: Величина рейтинга обучающегося за мероприятие 85...100 % Хорошо: Величина рейтинга обучающегося за мероприятие 75...84 % Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося за мероприятие 60...74 % Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося за мероприятие 0...59 %</p>

	мероприятия-1.	
Текущий контроль	<p>Контрольная работа №4. Работа выполняется письменно на последнем занятии изучаемого раздела. Время, отведенное на опрос 50 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Порядок начисления баллов: В контрольной работе 5 заданий. За правильный ответ на вопрос - 3 балла. 3 балла - верно записаны все исходные формулы, проведены необходимые математические преобразования, получен правильный ответ (задание сделано полностью); 2 балла - записаны все исходные формулы, проведены необходимые математические преобразования с небольшой погрешностью, получен ответ (задание сделано полностью, но с недочетами); 1 балл - правильно записаны исходные формулы (задание сделано частично); 0 баллов - в одной или более исходных формулах допущены ошибки. Максимальное количество баллов-15. Весовой коэффициент мероприятия-1.</p>	<p>Отлично: Величина рейтинга обучающегося за мероприятие 85...100 % Хорошо: Величина рейтинга обучающегося за мероприятие 75...84 % Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося за мероприятие 60...74 % Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося за мероприятие 0...59 %</p>
Текущий контроль	<p>Контрольная работа №5. Работа выполняется письменно на последнем занятии изучаемого раздела. Время, отведенное на опрос 50 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Порядок начисления баллов: В контрольной работе 5 заданий. За правильный ответ на вопрос - 3 балла. 3 балла - верно записаны все исходные формулы, проведены необходимые математические преобразования, получен правильный ответ (задание сделано полностью); 2 балла - записаны все исходные формулы, проведены необходимые математические преобразования с небольшой погрешностью, получен ответ (задание сделано полностью, но с недочетами); 1 балл - правильно записаны исходные формулы (задание сделано частично); 0 баллов - в одной или более исходных формулах допущены ошибки. Максимальное количество баллов-15. Весовой коэффициент мероприятия-1.</p>	<p>Отлично: Величина рейтинга обучающегося за мероприятие 85...100 % Хорошо: Величина рейтинга обучающегося за мероприятие 75...84 % Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося за мероприятие 60...74 % Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося за мероприятие 0...59 %</p>
Промежуточная аттестация	<p>Дифференцированный зачет. Студенты получают 1 билет, готовятся 30 минут и отвечают на вопросы устно. Билет содержит 2 вопроса. Контрольное мероприятие промежуточной аттестации является обязательным. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) За каждый верный ответ на вопрос-5 баллов. Максимальное количество баллов за экзамен-10. 5 баллов - полный,</p>	<p>Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100 % Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 % Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 % Неудовлетворительно:</p>



	<p>развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком с использованием современной терминологии. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа. 4 балла - полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком с использованием современной терминологии. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.</p> <p>3 балла - недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции. 0 баллов - ответ представляющий собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу.</p> <p>Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса по билету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, терминология не используется. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента</p>	<p>Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %</p>
--	---	--

### 7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Текущий контроль	<p>Контрольная работа №1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что называется термодинамической системой? Какая система является изолированной, адиабатной, однородной? Дайте определение термодинамического процесса. Какие процессы называются равновесными?</li> <li>2. Дайте определение кругового процесса (цикла). Какие циклы являются прямыми и обратными?</li> <li>3. Дайте определение идеального газа. Какие условия называют нормальными? Уравнение состояния идеального газа.</li> <li>4. Дайте определение теплоемкости. Какая бывает теплоемкость в зависимости от выбранной количественной единицы вещества?</li> <li>5. Дать определение средней теплоемкости. Как она рассчитывается при</li> </ol>

	нелинейной зависимости?
Текущий контроль	<p>Контрольная работа №2</p> <p>1. Дайте формулировку первого закона термодинамики. Дать определения основным термодинамическим процессам. Каковы значения показателя политропы для основных процессов? Энтальпия газа.</p> <p>2. Дайте одну из формулировок второго закона термодинамики. Что называется термическим КПД? Цикл Карно. Термический КПД цикла Карно. Холодильный коэффициент.</p> <p>3. Какая машина называется компрессором? Какие процессы возможны при сжатии газа в компрессоре? Какой процесс сжатия является наивыгоднейшим, и при каком процессе затрачивается наибольшая работа? Что такое вредное пространство? Как влияет вредное пространство на объемный КПД?</p> <p>4. Дать описание многоступенчатого компрессора. Что дает многоступенчатое сжатие по сравнению с одноступенчатым? Определение отводимого количества теплоты от газа в отдельных ступенях. Определение работы на привод многоступенчатого компрессора.</p> <p>5. На какие группы делятся поршневые двигатели внутреннего сгорания? Схема и цикл воздушной холодильной установки. Схема и цикл пароконденсационной холодильной установки.</p>
Текущий контроль	<p>Контрольная работа №3</p> <p>1. Основные понятия (способы переноса теплоты; теплопроводность; конвекция; конвективный теплообмен; вынужденный, свободный конвективный теплообмен; теплоотдача; излучение; сложный теплообмен; теплопередача).</p> <p>2. Основной закон теплопроводности. Коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности.</p> <p>3. Теплопроводность при стационарном режиме. Граничные условия первого рода. Передача теплоты через плоскую, цилиндрическую стенку (однослойная, многослойная стенка).</p> <p>4. Теплопроводность при стационарном режиме. Граничные условия третьего рода. Коэффициент теплопередачи. Передача теплоты через плоскую и цилиндрическую однослойную и многослойную стенки (теплопередача).</p> <p>5. Теплопроводность при нестационарном режиме. Общий порядок расчета.</p>
Текущий контроль	<p>Контрольная работа №4</p> <p>1. Режимы течения, чем определяются. Числа подобия и уравнения подобия.</p> <p>2. Определение теплового потока по балансу энергии жидкости. Теплообмен при ламинарном течении жидкости в трубах. Теплообмен при турбулентном течении жидкости в трубах. Теплообмен при поперечном обтекании одиночной трубы.</p> <p>3. Теплоотдача при кипении жидкости. Теплоотдача при конденсации пара.</p> <p>4. Лучистый теплообмен между твердыми телами (параллельные пластины). Лучистый теплообмен между твердыми телами (теплообмен излучением между телами, одно из которых находится внутри другого).</p> <p>5. Абсолютная и относительная влажность влажного воздуха. Влагосодержание. Температура точки росы.</p>
Текущий контроль	<p>Контрольная работа №5</p> <p>1. Основные виды и классификация тепломассообменного оборудования. Основные понятия и определения.</p> <p>2. Рекуперативные теплообменные аппараты. Типы, конструкции.</p> <p>3. Последовательность проектирования (расчета) рекуперативных теплообменных аппаратов. Тепловой поверочный расчет. Выбор скоростей теплоносителей.</p> <p>4. Тепловой конструктивный расчет (уравнение теплового баланса и уравнение теплопередачи, средний температурный напор, коэффициент теплопередачи).</p> <p>5. Средний температурный напор больше при прямотоке или противотоке?</p>
Промежуточная аттестация	<p>Вопросы к дифференцированному зачету:</p> <p>1. Параметры состояния. Основные газовые законы. Уравнение состояния</p>

идеального газа.

2. Теплоемкость. Газовые смеси.

3. Понятие внутренней энергии. Работа газа. Первый закон термодинамики. Уравнение первого закона термодинамики. Энтальпия газа, ее физический смысл.

4. Изохорный, изобарный и изотермические процессы изменения состояния газа. Соотношение параметров и работа газа в процессах. Адиабатный процесс изменения состояния газа. Политропный процесс изменения состояния газа.

5. Основные положения и формулировки 2-ого закона термодинамики. Термический коэффициент полезного действия цикла теплового двигателя. Холодильный коэффициент циклов. Цикл Карно. Энтропия.

6. Идеальный цикл работы компрессорной установки. Работа, затраченная на привод идеального компрессора при изотермическом, адиабатном и политропном процессе сжатия Действительная индикаторная диаграмма одноступенчатого компрессора. Многоступенчатые компрессоры.

7. Циклы ДВС. Циклы с подводом теплоты при постоянном давлении и постоянном объеме. Цикл со смешанным подводом теплоты. Параметры в характерных точках цикла. Термические КПД циклов, их соотношение. Обратные циклы. Схема и цикл воздушной холодильной установки. Схема и цикл парокompрессионной холодильной установки.

8. Способы распространения теплоты: теплопроводность, конвекция, излучение. Определение понятий: температурное поле, градиент температуры, тепловой поток, плотность теплового потока. Теплопроводность. Основной закон теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности.

9. Теплопроводность при стационарном режиме. Передача теплоты через плоскую, цилиндрическую однослойную и многослойную стенки в граничных условиях первого рода.

10. Теплопроводность при нестационарном режиме. Неограниченная пластина. Цилиндр бесконечной длины.

11. Вынужденная и свободная конвекция. Режимы течения. Критерии подобия. Определение теплового потока по балансу энергии жидкости.

12. Теплообмен при свободном движении жидкости. Теплообмен при вынужденном (ламинарном, турбулентном) течении жидкости в трубе. Теплообмен при поперечном обтекании одиночной трубы и пучка труб.

13. Понятие теплопередачи. Коэффициент теплопередачи. Передача теплоты через плоскую, цилиндрическую однослойную и многослойную стенки в граничных условиях третьего рода. Пути интенсификации процесса теплопередачи.

14. Теплоотдача при кипении жидкости. Пузырьковое и пленочное кипение. Теплоотдача при конденсации пара Влияние различных факторов на теплоотдачу при конденсации.

15. Законы теплового излучения. Лучистый теплообмен между твердыми телами (параллельные пластины). Теплообмен излучением между телами, одно из которых находится внутри другого.

16. Свойства влажного воздуха. Абсолютная и относительная влажность влажного воздуха. Влажосодержание. Температура точки росы. I-d диаграмма влажного воздуха.

17. Классификация теплообменных аппаратов. Понятие среднего температурного напора. Конструктивный и поверочный расчеты рекуперативного теплообменного аппарата.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Кириллин, В. А. Техническая термодинамика Учебник для вузов. - 4-е изд., перераб. - М.: Энергоатомиздат, 1983. - 416 с. ил.
2. Кудинов, В. А. Техническая термодинамика и теплопередача Текст учебник для вузов по инж.-техн. направлениям и специальностям В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк. - 3-е изд., испр. и доп. - М.: Юрайт, 2017. - 441, [1] с. ил.
3. Сборник задач по технической термодинамике Учеб. пособие для студентов вузов по направлениям "Теплоэнергетика" и "Техническая физика" Т. Н. Андрианова, Б. В. Дзампов, В. Н. Зубарев и др. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство МЭИ, 2000. - 351,[3] с.
4. Цветков, Ф. Ф. Тепломассообмен Текст учебник для вузов по направлению "Теплоэнергетика" Ф. Ф. Цветков, Б. А. Григорьев. - М.: Издательский дом МЭИ, 2011. - 559 с. ил.

*б) дополнительная литература:*

1. Нащокин, В. В. Техническая термодинамика и теплопередача Учеб. пособие для неэнерг. спец. вузов. - 3-е изд., испр. и доп. - М.: Высшая школа, 1980. - 469 с. ил., 1 отд. л. ил.
2. Техническая термодинамика и теплотехника Текст учебное пособие для вузов Л. Т. Бахшиева и др.; под ред. А. А. Захаровой. - М.: Академия, 2006. - 271, [1] с. ил. 22 см.
3. Краснощеков, Е. А. Задачник по теплопередаче Учеб. для вузов. - 4-е изд., перераб. - М.: Энергия, 1980. - 287 с. ил.

*в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*

1. "Промышленная энергетика" подшивка за 2012-2016 гг.
2. "Теплоэнергетика" подшивка за 2012-2016 гг.

*г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Кириллов, В.В. Теоретические основы теплотехники. Тепломассообмен: учебное пособие для самостоятельной работы студентов / В.В. Кириллов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008.

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

1. Кириллов, В.В. Теоретические основы теплотехники. Тепломассообмен: учебное пособие для самостоятельной работы студентов / В.В. Кириллов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008.

**Электронная учебно-методическая документация**

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Новиков, И.И. Термодинамика. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2009. — 592 с. <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Круглов, Г.А. Теплотехника. [Электронный ресурс] / Г.А. Круглов, Р.И. Булгакова, Е.С. Круглова. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012. — 208 с. <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>

3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Синявский, Ю.В. Сборник задач по курсу "Теплотехника". [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : ГИОРД, 2010. — 128 с. <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
---	---------------------------	---	--

## 9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых информационных справочных систем:

1. -Стандартинформ(бессрочно)
2. -Техэксперт(30.10.2017)

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	277 (1)	Типовой комплект оборудования для практических работ «Теплотехника и термодинамика» - 1 шт.; 2. Установка для изучения теплообмена «труба в трубе» - 1 шт.; 3. Рабочая станция - 1 шт.; 4. Компьютеры - 1 шт.; принтер HP - 1 шт.
Лекции	272а (1)	доска, мел, проектор