Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

Лысьвенский филиал
Кафедра технических дисциплин

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
д-р техн. наук
_____ Н.В. Лобов
«16» 09 _____ 2016 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ «Теплообмен в технических системах»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Программа прикладного бакалавриата

Направление подготовки	**15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств**
Направленность (профиль) образовательной программы	**Технология машиностроения компьютеризированного производства**
Квалификация выпускника	**бакалавр**
Выпускающая кафедра	**технических дисциплин**
Формы обучения	**очная, очно-заочная, заочная**

Курс: 2 **Семестр(ы)** 4

Трудоёмкость:
Кредитов по рабочему учебному плану: 3
Часов по рабочему учебному плану: 108

Виды контроля:
Экзамен **нет** Зачёт: **4** Курсовой проект: **нет** Курсовая работа: **нет**

Лысьва 2016

Рабочая программа дисциплины «Теплообмен в технических системах» разработана на основании:

–Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования, уровень высшего образования – бакалавриат, направление подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, утверждённого приказом министерством образования и науки Российской Федерации от 11.08.2016 N 1000, зарегистрировано в Министерстве Российской Федерации 25 августа 2016 г. N 43412;

– Компетентностной модели (КМ) выпускника ОПОП по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, профиль Технология машиностроения компьютеризованного производства, утвержденной 08 сентября 2016 г.;

– Базового учебного плана очной формы обучения по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, утвержденного 08 сентября 2016 года;

Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин: «Технологические процессы в машиностроении», «Маркетинг», «Основы теории пластичности», «Вычислительная математика в техно[redacted] машиностроения», участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.

Разработчик:	канд.техн.наук, доцент		Т.О.Сошина
Рецензент:	канд.физ.мат.наук, доцент		В.Ю.Гордеева

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Технических дисциплин «14» сентября 2016 г., протокол № 2.

Заведующий кафедрой, канд. техн. наук, доцент		Д.С. Балабанов
Заместитель заведующего кафедрой по направлению 15.05.03 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств		Т.О. Сошина
Согласовано Начальник управления образовательных программ, канд. техн. наук, доц.		Д.С. Репецкий
Начальник учебно-методического отдела		О.В. Рыданных

1 Общие положения

1.1 Цель учебной дисциплины:

- формирование знаний в области основ и законов взаимного превращения различных видов энергии и теорией теплообмена, рассматривающей процессы распространения теплоты в твердых, жидких и газообразных телах;

- формирование умений проектирования и правильной эксплуатации теплоемкого технологического оборудования.

В процессе изучения данной дисциплины студент осваивает следующие общепрофессиональные компетенции:

– способность участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа (ОПК-4).

1.2 За[illegible]

- изучение законов термодинамики;
- освоение термодинамических процессов в технических и технологических машинах;
- изучение термодинамики получения водяного пара;
- изучение термодинамических циклов машин и механизмов, служащих для преобразования тепла в работу;
- освоение основных алгоритмов расчёта процесса распространения тепла в твёрдых, жидких и газообразных средах;
- получение умений решения задач теплообмена;
- изучение теории построения инженерной математической модели расчёта теплообменников различных схем.

1.3 Предметом освоения дисциплины являются:

- законы термодинамики.
- термодинамические процессы и их изображение *npv* и *is* координатах.
- термодинамика получения водяного пара.
- компрессоры.
- циклы реактивных двигателей и паросиловых установок.
- виды теплообмена.
- теплообмен теплопроводностью, конвекцией, и излучением.
- уравнения теплообмена в дифференциальной форме в различных системах координат.
- теплопроводность в твёрдых телах при стационарном и нестационарном режимах.
- распределение температуры в плоской и цилиндрической стенках.
- закон Фурье.
- основные положения теории конвективного переноса тепла и теории подобия.
- критерии теплового и гидродинамического подобия.
- законы лучистого теплообмена.
- теплообменные аппараты, их проектный, поверочный и гидравлический расчёты.

1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теплообмен в технических системах» относится к вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)» и является дисциплиной по выбору при освоении ОПОП по направлению подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», профиля «Технология машиностроения компьютеризированного производства».

В таблице 1.1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенции, заявленной в пункте 1.1.

Таблица 1.1 - Дисциплины, направленные на формирование компетенции

Код	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие Дисциплины
	Общепрофессиональные компетенции		
ОПК-4	Способность участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с	Технологические процессы в машиностроении	Вычислительная математика в технологии машиностроения Основы научных исследований

	машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа	Основы теории пластичности Маркетинг	в технологии машиностроения

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате изучения дисциплины обучающийся должен освоить части указанных в пункте 1.1 компетенций и демонстрировать следующие планируемые результаты обучения:

Знать:

- параметры состояния газа и уравнения состояния для идеального и реального газа;
- термодинамические процессы;
- понятия работа, внутренняя энергия, теплота, теплоёмкость и энтальпия;
- законы термодинамики, устанавливающие порядок и степень преобразования тепловой энергии в работу;
- энтропия термодинамических систем;
- цикл Карно, как идеальный термодинамический цикл, обладающий максимальным кпд;
- основы теории теплопередачи и виды теплообмена;
- законы теплопроводности при стационарном и нестационарном режимах;
- общий вид критериальных уравнений свободной и вынужденной конвекции;
- физические принципы лучистого теплообмена, законы Стефана-Больцмана и Кирхгофа;
- принцип действия, устройства и расчёт теплообменных аппаратов.

Уметь:

- строить термодинамические процессы *вр-v* и *t-s* координатах;
- анализировать циклы энергетических установок с точки зрения получения максимального КПД;
- проводить расчёты затрат энергии, необходимой для получения перегретого водяного пара с заданными параметрами;
- проводить термодинамические расчеты рабочих процессов в теплосиловых установках и других теплотехнических устройствах, применяемых в промышленности;
- рассчитывать тепловые потоки и строить температурные поля в элементах технологических машин;
- рассчитывать тепловые потери в элементах технологических машин;
- проводить тепловой и гидравлический расчеты теплообменных аппаратов.

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенций.

2.1 Дисциплинарная карта компетенции

Код	Формулировка компетенции
ОПК-4	Способность участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
ОПК-4 Б1.ДВ.04.02	Способность участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с эксплуатацией теплоемкого технологического оборудования в машиностроительных производствах, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа

Требования к компонентному составу части компетенции ОПК-4

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
В результате освоения компетенции студент: **Знает:**		

- параметры состояния газа и уравнения состояния для идеального и реального газа; - термодинамические процессы; - понятия работа, внутренняя энергия, теплота, теплоёмкость н энтальпия, - законы термодинамики, устанавливающие порядок и степень преобразования тепловой энергии в работу; - энтропия термодинамических систем; - цикл Карно, как идеальный термодинамический цикл, обладающий максимальным кпд; - основы теории теплопередачи и виды теплообмена; - законы теплопроводности при стационарном и нестационарном режимах; - общий вид критериальных уравнений свободной и вынужденной конвекции; - физические принципы лучистого теплообмена, законы Стефана-Больцмана и Кирхгофа; - принцип действия, устройства и расчёт теплообменных аппаратов.	Лекции. Практические занятия Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.	Опрос. Контрольная работа Вопросы к зачету
Умеет: - строить термодинамические процессы *ер-v* и *t-s* координатах; - анализировать циклы энергетических установок с точки зрения получения максимального КПД; - проводить расчёты затрат энергии, необходимой для получения перегретого водяного пара с заданными параметрами; - проводить термодинамические расчеты рабочих процессов в теплосиловых установках и других теплотехнических устройствах, применяемых в промышленности; - рассчитывать тепловые потоки и строить температурные поля в элементах технологических машин; - рассчитывать тепловые потери в элементах технологических машин; - проводить тепловой и гидравлический расчеты теплообменных аппаратов.	Практические занятия Самостоятельная работа	Отчёты по практическим занятиям Практические задания к зачету

3 Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работ

Объем дисциплины в зачетных единицах составляет 3 ЗЕ. Количество часов, выделенных на к тактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся указано в таблиц 3.1, 3.2, 3.3.

3.1 Очная форма обучения

Номер учебного модуля	Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество ч ов и виды занятий							Трудоёмкость,	
			Аудиторная р ота					Итог. контроль	СР		
			Всего	Л	ПЗ	ЛР	КСР			час	ЗЕ
Модуль 1. Термодинамика	Раздел 1. Термодинамика	Тема 1. Основные понятия и законы термодинамики	1	1	-	-	-	-	2	3	-
		Тема 2. Термодинамические процессы	5	1	4	-	-	-	4	9	-
		Тема 3. Термодинамика газовых потоков	1	1	-	-	-	-	4	5	-
		Тема 4. Термодинамика получения водяного пара	6	2	4	-	-	-	4	10	-
		Тема 5. Машины, использующие сжатие и расширение газа. Основные термодинамические циклы	2	1	-	-	1	-	4	6	-
		Итого по модулю:	**15**	**6**	**8**	**-**	**1**	**-**	**18**	**33**	**0,9**
Модуль 2. Теплообмен	Раздел 2. Теплообмен	Тема 6. Виды теплообмена. Основные понятия и определения	7	1	6	-	-	-	4	11	-
		Тема 7. Теплопроводность в твердых телах при стационарном и нестационарном режимах	6	2	4	-	-	-	6	12	-
		Тема 8. Основные положения теории конвективного переноса и теории подобия	5	1	4	-	-	-	6	11	-
		Тема 9. Расчетные соотношения теплопередачи на основе ламинарного и турбулентного пограничного слоя	2	2	-		-	-	4	6	-
		Тема 10. Основы расчета газопроводов	5	1	4		-	-	6	11	-
	Раздел 3. Основы расчета теплообменных аппаратов	Тема 11. Устройство теплообменных аппаратов	5	1	4		-	-	4	9	-
		Тема 12. Расчет теплообменных аппаратов	9	2	6		1	-	6	15	-
		Итого по модулю:	**39**	**10**	**28**		**1**	**-**	**36**	**75**	**2,1**
		Промежуточная аттестация:	**-**	**-**	**-**		**-**	**зачет**	**-**	**-**	**-**
		Итого за семестр:	**54**	**16**	**36**		**2**	**-**	**54**	**108**	**3**

3.2 Очно-заочная форма обучения

Номер учебного модуля	Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий							Трудоёмкость,	
			Аудиторная работа					Итог. контроль	СР		
			Всего	Л	ПЗ	ЛР	КСР			час	ЗЕ
Модуль 1. Термодинамика	Раздел 1. Термодинамика	Тема 1. Основные понятия и законы термодинамики	0,5	0,5	-	-	-	-	6	6,5	-
		Тема 2. Термодинамические процессы	2,5	0,5	2	-	-	-	8	10,5	-
		Тема 3. Термодинамика газовых потоков	0,5	0,5	-	-	-	-	6	6,5	-
		Тема 4. Термодинамика получения водяного пара	2,5	0,5	2	-	-	-	8	10,5	-
		Тема 5. Машины, использующие сжатие и расширение газа. Основные термодинамические циклы	1	-	-	-	1	-	8	9	-
		Итого по модулю:	**7**	**2**	**4**	-	**1**	-	**36**	**43**	**1,2**
Модуль 2. Теплообмен	Раздел 2. Теплообмен	Тема 6. Виды теплообмена. Основные понятия и определения	3,5	0,5	3	-	-	-	8	11,5	-
		Тема 7. Теплопроводность в твердых телах при стационарном и нестационарном режимах	3	1	2	-	-	-	8	11	-
		Тема 8. Основные положения теории конвективного переноса и теории подобия	0,5	0,5	-	-	-	-	6	6,5	-
		Тема 9. Расчетные соотношения теплопередачи на основе ламинарного и турбулентного пограничного слоя	1	1	-	-	-	-	8	9	-
		Тема 10. Основы расчета газопроводов	0,5	0,5	-	-	-	-	8	8,5	-
	Раздел 3. Основы расчета теплообменных аппаратов	Тема 11. Устройство теплообменных аппаратов	0,5	0,5	-	-	-	-	8	8,5	-
		Тема 12. Расчет теплообменных аппаратов	2	1	-	-	1	-	8	10	-
		Итого по модулю:	**11**	**5**	**5**	-	**1**	-	**54**	**65**	**1,8**
		Промежуточная аттестация:	-	-	-	-	-	**зачет**	-	-	-
		Итого за семестр:	**18**	**7**	**9**	-	**2**	-	**90**	**108**	**3**

3.3 Заочная форма обучения

Номер учебного модуля	Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий							Трудоёмкость,	
			Аудиторная работа					Итог. контроль	СР		
			Всего	Л	ПЗ	ЛР	КСР			час	ЗЕ
Модуль 1. Термодинамика	Раздел 1. Термодинамика	Тема 1. Основные понятия и законы термодинамики	0,5	0,5	-	-	-	-	6	6,5	-
		Тема 2. Термодинамические процессы	2,5	0,5	2	-	-	-	8	10,5	-
		Тема 3. Термодинамика газовых потоков	0,5	0,5	-	-	-	-	8	8,5	-
		Тема 4. Термодинамика получения водяного пара	0,5	0,5	-	-	-	-	8	8,5	-
		Тема 5. Машины, использующие сжатие и расширение газа. Основные термодинамические циклы	1	-	-	-	1	-	8	9	-
		Итого по модулю:	**5**	**2**	**2**	**-**	**1**	**-**	**38**	**43**	**1,2**
Модуль 2. Теплообмен	Раздел 2. Теплообмен	Тема 6. Виды теплообмена. Основные понятия и определения	0,5	0,5	-	-	-	-	8	8,5	-
		Тема 7. Теплопроводность в твердых телах при стационарном и нестационарном режимах	2,5	0,5	2	-	-	-	8	10,5	-
		Тема 8. Основные положения теории конвективного переноса и теории подобия	0,5	0,5	-	-	-	-	8	8,5	-
		Тема 9. Расчетные соотношения теплопередачи на основе ламинарного и турбулентного пограничного слоя	0,5	0,5	-	-	-	-	8	8,5	-
		Тема 10. Основы расчета газопроводов	-	-	-	-	-	-	8	8	-
	Раздел 3. Основы расчета теплообменных аппаратов	Тема 11. Устройство теплообменных аппаратов	-	-	-	-	-	-	8	8	-
		Тема 12. Расчет теплообменных аппаратов	1	-	-	-	1	-	8	9	-
		Итого по модулю:	**5**	**2**	**2**	**-**	**1**	**-**	**56**	**61**	**1,7**
Промежуточная аттестация:			**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**зачет**	**-**	**4**	**0,1**
Итого за семестр:			**10**	**4**	**4**	**-**	**2**	**4**	**94**	**108**	**3**

3.4 Перечень тем практических занятий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование тем практических занятий
1.	2	Основные законы идеального газа и термодинамические процессы
2.	4	Водяной пар и влажный воздух: I-S и I-D диаграммы
3.	6	Расчет температуры резания при точении
4.	7	Расчет распределения температур по толщине плоской многослойной стенки
5.	8	Расчет потерь тепла через ограждающие конструкции зданий и сооружений
6.	10	Гидравлический расчет газовых сетей
7.	11	Выбор и проектирование системы водяного отопления
8.	12	Определение тепловых нагрузок и выбор оборудования тепловых пунктов

3.5 Перечень тем лабораторных работ

Не предусмотрены.

4 Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Теплообмен в технических системах» студентам целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Приступая к изучению данной дисциплины, необходимо повторить основные положения предыдущих дисциплин: «Математика», «Технологические процессы в машиностроении», «Информатика», «Вычислительная математика в технологии машиностроении».

2. Изучение курса должно вестись систематически и сопровождаться составлением подробного конспекта. В конспект рекомендуется включать все виды учебной работы: лекции, самостоятельную проработку учебников и рекомендуемых источников.

3. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспекту лекций рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.

4. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, поскольку это способствует лучшему пониманию и закреплению теоретических знаний. Перед выполнением практических занятий необходимо изучить необходимый теоретический материал.

Изучение дисциплины осуществляется в течение одного семестра.

5. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

4.1 Тематика для самостоятельного изучения дисциплины:

Тема 1. Основные понятия и законы термодинамики.

Параметры состояния системы: давление, температура, удельный объем, плотность. Уравнение состояния для реальных и идеальных газов. Смеси идеальных газов, теплоемкость смесей газов.

Тема 2. Термодинамические процессы.

Политропный процесс, показатель политропы. Изоэнтропный, изотермный, изобарный и изохорный процессы. Расчет подведенного тепла, внутренней энергии и энтальпии газов.

Тема 3. Термодинамика газовых потоков.

Статические и заторможенные параметры газового потока. Уравнение энергии. Расчет скорости и расхода газовых потоков через параметры торможения.

Тема 4. Термодинамика получения водяного пара.

Уравнение состояния реальных газов и его изображение в pv-диаграмме. Парообразование при постоянном давлении. Расчет параметров состояния при парообразовании воды.

Тема 5. Машины, использующие сжатие и расширение газа. Основные термодинамиче-

ские циклы.

Компрессор, процессы в нем. Идеальные циклы двигателей внутреннего сгорания. Циклы реактивных двигателей и паросиловых установок.

Тема 6. Виды теплообмена. Основные понятия и определения

Уравнение теплообмена в дифференциальной форме для нестационарного и стационарного режимов. Основные законы переноса вещества.

Тема 7. Теплопроводность в твердых телах при стационарном и нестационарном режимах.

Основное дифференциальное уравнение теплопроводности в различных системах координат. Распределение температуры в однослойных плоской и цилиндрической стенках.

Тема 8. Основные положения теории конвективного переноса и теории подобия.

Режимы движения жидкости: ламинарное, турбуленное движение. Три теоремы теории подобия. Получение критериев гидродинамического и теплового подобия из уравнения сохранения количества движения, энергии и массы.

Тема 9. Расчетные соотношения теплопередачи на основе ламинарного и турбулентного пограничного слоя.

Тема 10. Основы расчета газопроводов.

Основные уравнения газовой динамики. Расчет газопроводов. Геометрическое воздействие на газовый поток.

Тема 11. Устройство теплообменных аппаратов

Классификация и типы теплообменных аппаратов. С попутным движением, с противопотоком, с перекрестным движением, со смешанным движением.

Тема 12. Расчет теплообменных аппаратов.

Т[illegible]

ного теплообменника.

4.2 Виды самостоятельной работы студентов

Номер темы дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов (СРС)	Трудоемкость, часов
1	*2*	*4*
1	Изучение теоретического материала	2
2	Изучение теоретического материала	2
	Подготовка к защите отчета по практическому занятию	2
3	Изучение теоретического материала	4
4	Изучение теоретического материала	2
[illegible]	[illegible]	[illegible]
6	Изучение теоретического материала	2
	Подготовка к защите отчета по практическому занятию	2
7	Изучение теоретического материала	4
	Подготовка к защите отчета по практическому занятию	2
8	Изучение теоретического материала	4
	Подготовка к защите отчета по практическому занятию	2
9	Изучение теоретического материала	4
10	Изучение теоретического материала	4
	Подготовка к защите отчета по практическому занятию	2
11	Изучение теоретического материала	2
	Подготовка к защите отчета по практическому занятию	2
12	Изучение теоретического материала	4
	Подготовка к защите отчета по практическому занятию	2
	Итого: в АЧ/ в ЗЕ	**54 / 1,5**

4.3 Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Дисциплина базируется на модульной технологии обучения. Лекции предполагают использование мультимедийных презентаций, способствующих более заинтересованному усвоению информации.

Для проведения практических занятий используются активные и интерактивные методы, а также решение профессионально-ориентированных задач.

Проведение практических занятий направлено на реализацию следующих задач обучения:

– понимание студентами теоретических основ, на которых базируются практические занятия, т.е. понимание связи теории и практической деятельности;

– формирование умения самостоятельной работы со специальной, технической, нормативной и справочной литературой;

– формирование интереса к самостоятельному поиску требуемой информации;

– развитие профессионального мышления в ходе подготовки и проведении практических занятий;

– формирование навыков самостоятельной работы в рамках изучаемой дисциплины.

Технологии организации самостоятельной работы основываются на использовании учебной и справочной литературы, а также интернет-ресурсов (справочные пособия, лекции-презентации), учебники.

5 Фонд оценочных средств дисциплины

5.1. Текущий и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных компетенций

Текущий и промежуточный контроль освоения дисциплинарных компетенций проводится в следующих формах:

- теоретический опрос для анализа усвоения материала предыдущей лекции;
- контрольная работа (модуль 1,2).
- защита отчетов по практическим занятиям.

5.2. Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных компетенций

а) Зачёт

Порядок проведения зачёта по дисциплине

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех отчетов по практическим занятиям и положительная интегральная оценка по результатам текущего контроля.

Студенты, имеющие неудовлетворительные оценки по текущему контролю или не сдавшие отчёты по практическим занятиям, должны ликвидировать указанные задолженности прежде, чем они будут допущены к процедуре приёма зачёта.

б) Экзамен не предусмотрен.

Перечень типовых вопросов для подготовки к зачёту

1. Параметры состояния газов, уравнения состояния идеального и реального газа.
2. Смеси идеальных газов. Способы задания состава смеси.
3. Энергетические характеристики термодинамических систем, их определения и размерности.
4. Теплоемкости идеальных газов и смесей, газовая постоянная.
5. Первый закон термодинамики для закрытых систем.
6. Процессы прямые и обратные. Циклы. Функции состояния и функции процесса.
7. Политропный процесс. Показатель политропы, его определение. Вывести связь между параметрами состояния через показатель политропы.
8. Расчет работы, внутренней энергии и энтальпии для политропного процесса.
9. Перечислите основные термодинамические процессы сжатия и расширения и изобразите их в координатах p-v. Графическая интерпретация совершаемой газом работы.

10. Перечислите основные термодинамические процессы сжатия и расширения и изобразите их в координатах T-s. Графическая интерпретация тепла в процессе.

11. Расчет работы тепла, энтальпии и энтропии для адиабатного процесса.

12. Расчет работы тепла, энтальпии и энтропии для изотермического процесса.

13. Расчет работы тепла, энтальпии и энтропии для изохорного процесса.

14. Расчет работы тепла, энтальпии и энтропии для изобарного процесса.

15. Второй закон термодинамики, его формулировки и область применения.

16. Цикл Карно, его термический кпд, роль цикла Карно при проектировании тепловых машин. Цикл Карно с регенерацией тепла.

17. Основные определения кинематики газовых течений. Линия тока, трубка тока, живое сечение потока.

18. Вывод дифференциального уравнения неразрывности в прямоугольных координатах.

19. Первый закон термодинамики для газовых течений. Частные случаи закона сохранения энергии.

20. Энтальпия заторможенного потока. Статические и заторможенные параметры газов, вывести связь между ними.

21. Характерные скорости газового потока (скорость звука, критическая скорость, предельная скорость истечения), безразмерные скорости.

22. Уравнение теплообмена в дифференциальной форме для нестационарного и стационарного режимов. Основные законы переноса вещества.

23. Основное дифференциальное уравнение теплопроводности в раз[redacted]ординат.

24. Распределение температуры в однослойных плоской и цилиндрической стенках.

25. Режимы движения жидкости: ламинарное, турбуленное движение. Три теоремы теории подобия.

26. Получение критериев гидродинамического и теплового подобия из уравнения сохранения количества движения, энергии и массы.

27. Основные уравнения газовой динамики. Расчет газопроводов. Геометрическое воздействие на газовый поток.

28. Классификация и типы теплообменных аппаратов. С попутным движением, с противопотоком, с перекрестным движением, со смешанным движением.

29. Тепловой расчет рекуперативного теплообменника

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

КАРТА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРОЙ
дисциплины Теплообмен в технических системах

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Направление	Семестры	Кол-во студентов	Библиографическое описание издания (автор, заглавие, вид, место, изд-во, год издания, кол-во страниц)	Количество экземпляров в библиотеке	Основной лектор
15.03.05	3	15 чел.	**Основная литература**		Сошина Т.О.
			1. Кудинов, В. А. Теплотехника [Текст]: учебное пособие / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов, Е.В. Стефанюк. - М. : Курс: Инфра-М, 2017. - 424 с. : ил. - (Высшее образование).	5	
			2.Теплогазоснабжение и вентиляция: учебник для студентов учреждений ВПО / О.Н.Брюханов, Е.Н.Авдолимов, В.А.Жила и др.; под ред. О.Н.Брюханова. – М.: Академия, 2011. – 400 с.	5	
			3.Теплотехника: учебник / М.Г.Шатров, И.Е.Иванов, С.А.Пришвин и др.; под ред. М.Г.Шатрова, - 3-е изд., стер. – М.: ИЦ Академия, 2013. – 288 с.	5	
			Дополнительная литература		
			1.Теплотехника: учебник для вузов / под ред. В.Н. Луканина. – 4-е изд. испр. – М.: Высшая школа, 2003. – 671 с.	15	
			2. Теплофизика, теплотехника, теплообмен. Тепломассоперенос. Топливо и огнеупоры. Тепловая работа печей: лабораторный практикум: учебное пособие для студентов вузов / В.А.Арутюнов, В.А.Капитонов, И.А.Левицкий. – М.: МИСиС, 2007. – 136 с.	2	
			3. Сборщиков, Г.С. Теплотехника : расчёт и конструирование элементов промышленных печей : учеб.-метод. пособие / Г.С. Сборщиков, С.А. Крупенников. - М. : МИСиС, 2004. - 179 с.	5	
			4. Лариков, Н.Н. Теплотехника : учебник для вузов / Н.Н. Лариков. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Стройиздат, 1985. - 432 с.	5	
			5.Ерофеев, В.Л. Теплотехника: учебник для вузов / В.Л. Ерофеев, П.Д. Семенов, А.С. Пряхин; под ред. В.Л. Ерофеева. - М. : Академкнига, 2006. - 488 с.	1	
			6. Резников, А.Н. Тепловые процессы в технологических системах: учебник для вузов / А.Н. Резников, Л.А. Резников. - М. : Машиностроение, 1990. - 288 с. : ил.	15	

			Электронные источники		
			1.Дыблин, Б.С. Основы технической термодинамики и теплотехники/Б.С. Дыблин; Перм. нац. исслед. политехн. ун-т. – Электрон. версия учебного пособия. – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2013. – 116с. – Режим доступа: http://elib.pstu.ru/view.php?fDocumentId=1325 , свободный.	ЭР	
			2.Круглов, Г.А. Теплотехника/ Г.А. Круглов, Р.И. Булгакова, Е.С. Круглова. — 2-е изд., стер. — Электрон. версия учебника. — СПб.: Лань, 2012. — 208 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/3900 , по IP-адресам комп. сети ПНИПУ.	ЭР	
			3.Перегудов, В.В.Теплотехника и теплотехническое оборудование/В.В. Перегудов; под ред. И.Ф. Еремина. – Электрон. версия учебного пособия. – М.: Стройиздат, 1990. – 336с. – Режим доступа: http://elib.pstu.ru/view.php?fDocumentId=3323 , свободный.	ЭР	
			4.Семенов, Б.А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях/ Б.А. Семенов. — 2-е изд., доп. — Электрон. версия учебного пособия. — СПб.: Лань, 2013. — 384 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/5107 , по IP-адресам комп. сети ПНИПУ.	ЭР	

СОГЛАСОВАНО:

Отдел научной библиотеки Пермского филиала федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Пермский национальный исследовательский политехнический университет"

Зав. отделом научной библиотеки _____ И.А. Малофеева

Книгообеспеченность дисциплины составляет:

- основной учебной литературой: на 01.09.2016 - более 1 экз/обуч.
(число, месяц, год) (экз. на 1 обучаемого)

- дополнительной учебной литературой: на 01.09.2016 - более 1 экз/обуч.
(число, месяц, год) (экз. на 1 обучаемого)

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Не предусмотрено.

6.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

6.3.1. Перечень программного обеспечения, в том числе компьютерные обучающие и контролирующие программы

Таблица 6.3

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер	Назначение
1	2	3	4	5
1	ПЗ	DrWeb	HP7K-X4G884US-2V4J	Выполнение ПЗ
2	ПЗ	Microsoft Office Профессиональный плюс 2007	42661567	Выполнение ПЗ
3	ПЗ	Microsoft Office Visio Стандартный 2007	44794863	Выполнение ПЗ
4	ПЗ	MathCAD 14	SE14RYMMEV0002-FLEX-ACAD	Выполнение ПЗ

6.3.2. Перечень информационных справочных систем

Информационные справочные системы не требуются.

7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

7.1. Специализированные лаборатории и классы

Таблица 7.1

№	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории	Площадь, $м^2$	посадочных мест
1	2	3	4	5	6
1	Учебно-исследовательская лаборатория информационных технологий и станков с ЧПУ, кабинет моделирования и программирования технологических процессов на станках с ЧПУ	Кафедра ТД	301С	70,2	30

7.2 Основное учебное оборудование

Таблица 7.2 – Учебное оборудование

№ пп	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, един.	Форма владения, пользования (собственность, оперативное управление, аренда и т.д.)	Номер аудитории
1	Проектор Benq	1		

2	Персональный компьютер "Style"	16	Оперативное управление	301 С
3	Колонки активные Microlab Pro2	1		
4	доска аудиторная для написания мелом	1		
5	[redacted]			

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»
Лысьвенский филиал**

УТВЕРЖДЕНО
на заседании кафедры ТД
протокол № 2 от 14.09. 2016
Заведующий кафедрой
_____ Д.С.Балабанов

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«Теплообмен в технических системах»
основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы подготовки бакалавров

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств
Направленность (профиль) образовательной программы:	Технология машиностроения компьютеризированного производства
Квалификация выпускника:	«Бакалавр»
Выпускающая кафедра:	Технических дисциплин
Форма обучения:	Очная, очно-заочная, заочная

Курс: 2 **Семестр**: 4

Трудоёмкость:
Кредитов по рабочему учебному плану: 3
Часов по рабочему учебному плану: 108

Виды промежуточного контроля:
Зачет: 4 семестр

Лысьва 2016

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины **«Теплообмен в технических системах»** и разработан на основании:

- положения о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ, утвержденного «29» апреля 2014 г.;
- приказа ПНИПУ от 03.12.2015 № 3363-В «О введении структуры ФОС»;
- рабочей программы дисциплины «**Теплообмен в технических системах**», утвержденной «16» сентября 2016 г.

Составитель ФОС

доцент	14.09.2016		канд. техн. наук Т.О.Сошина
	дата	подпись	степень, звание, Ф.И.О.

1. Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения

1.1. Формируемые части компетенций

Согласно КМВ ОПОП учебная дисциплина Б1.ДВ.04.02 «Теплообмен в технических системах» участвует в формировании компетенции ОПК-4. В рамках учебного плана образовательной программы в 4 семестре на этапе освоения данной учебной дисциплины формируются следующие дисциплинарные части компетенций:

1. **ОПК-4.Б1.ДВ.04.1.** Способность участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с эксплуатацией теплоемкого технологического оборудования в машиностроительных производствах, выбора оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа.

1.2. Этапы формирования дисциплинарных частей компетенций, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (4 семестра базового учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторные лекционные, практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных [illegible] контролируемых результатов обучения (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений осуществляется в рамках текущего и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, выполнении практических занятий, контрольных работ и зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля				
	текущий и промежуточный				Итоговый
	С	ТО	ОПЗ	Т/КР	Зачет
Усвоенные знания					
3.1 параметры состояния газа и уравнения состояния для идеального и реального газа;		ТО1		КР1	ТВ
3.2 термодинамические процессы;		ТО2		КР1	ТВ
3.3 понятия работа, внутренняя энергия, теплота, теплоёмкость и энтальпия;		ТО2		КР1	ТВ
3.4 законы термодинамики, устанавливающие порядок и степень преобразования тепловой энергии в работу;		ТО3		КР1	ТВ
3.5 энтропия термодинамических систем;		ТО3		КР1	ТВ
3.6 цикл Карно, как идеальный термодинамический цикл, обладающий максимальным кпд;		ТО4		КР1	ТВ
3.7 основы теории теплопередачи и виды теплообмена;		ТО5		КР2	ТВ
3.8 законы теплопроводности при стационарном и нестационарном режимах;		ТО6		КР2	ТВ
3.9 общий вид критериальных уравнений свободной и вынужденной конвекции;		ТО7		КР2	ТВ
3.10 физические принципы лучистого теплообмена, законы Стефана-Больцмана и Кирхгофа		ТО8		КР2	ТВ
3.11 принцип действия, устройства и расчёт теплообменных аппаратов		ТО9		КР2	ТВ

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля				
	текущий и промежуточный				Итоговый
	С	ТО	ОПЗ	Т/КР	Зачет
Освоенные умения					
У.1 строить термодинамические процессы *вр-v* и *t-s* координатах;			+	КР1	ПЗ
У.2 анализировать циклы энергетических установок с точки зрения получения максимального КПД;			+	КР1	ПЗ
У.3 проводить расчёты затрат энергии, необходимой для получения перегретого водяного пара с заданными параметрами;			+	КР1	ПЗ
У.4 проводить термодинамические расчеты рабочих процессов в теплосиловых установках и других [redacted]			+	КР1	ПЗ
У.5 рассчитывать тепловые потоки и строить температурные поля в элементах технологических машин;			+	КР2	ПЗ
У.6 рассчитывать тепловые потери в элементах технологических машин;			+	КР2	ПЗ
У.7 проводить тепловой и гидравлический расчеты теплообменных аппаратов.			+	КР2	ПЗ

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОПЗ – отчет по практическому занятию; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде зачета, проводимая с учетом результатов текущего и промежуточного контроля.

2. Описание показателей, критериев и шкал оценивания компетенций на различных этапах их формирования

2.1. Текущий и промежуточный контроль

Текущий контроль для оценивания знаниевого компонента дисциплинарных [redacted]

и промежуточного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача контрольных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и промежуточного контроля.

Промежуточная аттестация в 4 семестре, согласно РПД, проводится в виде зачёта по дисциплине.

Порядок проведения, критерии оценки результатов сдачи промежуточной аттестации, а также перечень теоретических вопросов и типовых практических заданий для подготовки к промежуточной аттестации доводится обучающимся, как правило, на первом занятии по дисциплине и может быть уточнен **не позднее, чем за месяц** до контрольного мероприятия.

2.2.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в форме зачёта. Зачёт по дисциплине основывается на результатах выполнения контрольных работ студента по данной дисциплине.

При недостаточном охвате всех модулей дисциплины предыдущим контролем во время зачёта может проводиться дополнительный контроль.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачёта приведены в общей части ФОС бакалаврской программы.

2.2.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачёта по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания, которая включает теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний и/или практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений всех заявленных дисциплинарных компетенций.

2.2.2.1. Типовые вопросы и задания для зачёта по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний (см. Приложение 2).

2.2.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачёте

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компетенций проводится в режиме «зачтено» и «не зачтено».

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачёта для компонентов *знать, уметь* приведены в общей части ФОС бакалаврской программы

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и дисциплинарных компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций

При оценке уровня сформированности дисциплинарных компетенций в рамках выборочного контроля при зачёте считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой дисциплинарной компетенции обобщается на соответствующий компонент всех дисциплинарных компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных компетенций проводится путём агрегирования оценок, полученных студентом за каждый

компонент формируемых компетенций, с учётом результатов текущего контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС бакалаврской программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачёта используются типовые критерии, приведённые в общей части ФОС бакалаврской программы.

Приложение 1

Типовые задания контрольной работы

Типовые задания первой КР:

Задача 1. Определить массу газа, находящегося в резер[illegible] газа в резервуаре, определенное по манометру, составляет $p_{изб}$, а температура газа t. Барометрическое давление $p_{атм}$.

Таблица 1 - Исходные данные

Вариант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V, $м^3$	100		200		300		400		500	
t, °C	10	20		30		20		30		10
$p_{изб}$, $кг/см^2$	15			10			5	20		
$p_{атм}$, мм Hg	740					760				
природа газа	кислород			азот		воздух				

Задача 2. Для заданного состава (табл. 1.2) сухих продуктов сгорания топлива (не содержащих водяные пары) найти кажущуюся молекулярную массу и газовую постоянную, парциальные давления каждого газа, а также удельный объем и плотность смеси при давлении $p_{атм}$ и температуре t.

Таблица 2 - Исходные данные

Вариант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$p_{атм}$, кПа	98	100	102		105		102	100		98
t, °C	500	600	700		800		500	600		700
состав по массе, %:										
CO_2	-		-		17,9			15,1		
O_2	-		-		7,6			15,4		
N_2	-		-		74,5			69,5		
состав по объему, %:										
CO_2	12,3		10,4		-			-		
O_2	7,2		14,6		-			-		
N_2	80,5		75,0		-			-		

Задача 3. При нагреве некоторого количества газа при определенных условиях (табл. 3) температура газа повышается от t_1 до t_2. Определить количество теплоты, переданное газу в этом процессе, учитывая зависимость теплоемкости от температуры.

Таблица 3- Исходные данные

Вариант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
природа газа	воздух		кислород		азот			водород		
условия нагрева	постоянный объем					постоянное давление				
t_1, °C	0	100	200	300	400	100	200	300	400	500
t_2, °C	600	700	800	900	1000	600	700	800	900	1000
количество газа	2 кг				2 $м^3$			2 кмоля		

Типовые задания второй КР:

[redacted]

изоляции, имеющими одинаковую толщину δ. Внутренний слой изоляции наружным диаметром d_2 выполнен из магнезии с коэффициентом теплопроводности λ_2 = 0,07 Вт/(мК). Верхний слой диаметром d_3 выполнен из глино-асбестовой массы с коэффициентом теплопроводности λ_3 = 0,31 Вт/(мК). Температура наружной поверхности трубы t_1, а внешней поверхности глино-асбестовой массы t_3. Определить теплопотери теплоизолированной трубы длиной 1 м и температуру t_2 между слоями магнезии и глино-асбеста. Как изменятся теплопотери если слои теплоизоляции поменять местами? Исходные данные к решению задачи взять из табл. 1.

Таблица 1 - Исходные данные

Вариант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
p_1, МПа	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
t_1, °C	25	15	5	0	5	15	25	20	30	40
d, мм	10	13	16	15	14	12	16	10	15	11

Задача 2. Комнатный воздух, имеющий температуру t_1 и относительную влажность [redacted] омывает поверхность [redacted]

ее поверхности t_2. При какой температуре поверхности стены начнется конденсация водяных паров воздуха и на поверхность выпадет роса? Температура и относительная влажность воздуха заданы в табл. 2.

Таблица 2 - Исходные данные

Вариант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
t_1, °C	25	25	25	25	25	20	20	20	20	20
φ_1, %	20	30	40	50	60	20	30	40	50	60

Задача 3. В рекуперативном прямоточном теплообменнике температура греющего теплоносителя падает от t'1 = 100 °C до t''1, а температура нагреваемой среды повышается от t'2 = 20 °C до t''2. Расход греющего теплоносителя M_1, его теплоемкость c = 4,2 кДж/(кгК). Площадь поверхности теплообменника F = 15 м^2. Определить коэффициент теплопередачи теплообменника. Исходные данные взять в табл. 3.

Таблица 3 - Исходные данные

Вариант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
t''_1, °C	40	42	44	46	48	50	52	56	58	60
t''_2, °C	26	30	32	36	38	40	42	44	46	50
M_1, кг/с	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4

Приложение 2

Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Параметры состояния газов, уравнения состояния идеального и реального газа.

2. Смеси идеальных газов. Способы задания состава смеси.

3. Энергетические характеристики термодинамических систем, их определения и размерности.

4. Теплоемкости идеальных газов и смесей, газовая постоянная.

5. Первый закон термодинамики для закрытых систем.

6. Процессы прямые и обратные. Циклы. Функции состояния и функции процесса.

7. Политропный процесс. Показатель политропы, его определение. Вывести связь между параметрами состояния через показатель политропы.

8. Расчет работы, внутренней энергии и энтальпии для политропного процесса.

9. Перечислите основные термодинамические процессы сжатия и расширения и изобразите их в координатах p-v. Графическая интерпретация совершаемой газом работы.

10. Перечислите основные термодинамические процессы сжатия и расширения и изобразите их в координатах T-s. Графическая интерпретация тепла в процессе.

11. Расчет работы тепла, энтальпии и энтропии для адиабатного процесса.

12. Расчет работы тепла, энтальпии и энтропии для изотермического процесса.

13. Расчет работы тепла, энтальпии и энтропии для изохорного процесса.

14. Расчет работы тепла, энтальпии и энтропии для изобарного процесса.

15. Второй закон термодинамики, его формулировки и область применения.

16. Цикл Карно, его термический кпд, роль цикла Карно при проектировании тепловых машин. Цикл Карно с регенерацией тепла.

17. Основные определения кинематики газовых течений. Линия тока, трубка тока, живое сечение потока.

координатах.

19. Первый закон термодинамики для газовых течений. Частные случаи закона сохранения энергии.

20. Энтальпия заторможенного потока. Статические и заторможенные параметры газов, вывести связь между ними.

21. Характерные скорости газового потока (скорость звука, критическая скорость, предельная скорость истечения), безразмерные скорости.

22. Уравнение теплообмена в дифференциальной форме для нестационарного и стационарного режимов. Основные законы переноса вещества.

23. Основное дифференциальное уравнение теплопроводности в различных системах координат.

24. Распределение температуры в однослойных плоской и цилиндрической стенках.

25. Режимы движения жидкости: ламинарное, турбуленное движение. Три теоремы теории подобия.

26. Получение критериев гидродинамического и теплового подобия из уравнения сохранения количества движения, энергии и массы.

27. Основные уравнения газовой динамики. Расчет газопроводов. Геометрическое воздействие на газовый поток.

28. Классификация и типы теплообменных аппаратов. С попутным движением, с противопотоком, с перекрестным движением, со смешанным движением.

29. Тепловой расчет рекуперативного теплообменника.

30. Гидравлический расчет рекуперативного теплообменника.

Типовые задания для контроля приобретенных умений:

1. Определить среднее значение коэффициента теплоотдачи и количество передаваемой теплоты при течении воды в горизонтальной трубе диаметром d=3 мм и длиной $l = 0,5$ м, если скорость воды $\omega = 0,3$ м/с, средняя по длине трубы температура воды $t_ж = 60$ °С и средняя температура стенки $t = 20$ °С.

2. Паропровод диаметром 160/170 мм покрыт двухслойной изоляцией. Толщина первого слоя $\delta_2 = 30$ мм и второго $\delta_3 = 50$ мм. Коэффициенты теплопроводности трубы и изоляции соответственно равны: $\lambda_1 = 50$, $\lambda_2 = 0,15$, $\lambda_3 = 0,08$ Вт/(м°С). Температура внутренней поверхности паропровода $t_1 = 300$ °С и внешней поверхности изоляции $t_2 = 50$ °С. Определить линейную плотность теплового потока и температуры на поверхностях раздела отдельных слоев.

3. Определить значение эквивалентного коэффициента теплопроводности пакета листового трансформаторного железа из n листов, если толщина каждого листа $\delta_1 = 0,5$ мм и между ними проложена бумага толщиной $\delta_2 = 0,05$ мм. Коэффициент теплопроводности железа $\lambda_1 = 60$ и бумаги $\lambda_2 = 0,15$ Вт/(м°С).

3.4 Очная форма обучения (ТМС-14-1б, ТМС-15-1б)

Номер учебного модуля	Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий							Трудоёмкость,	
			Аудиторная работа					Итог. контроль	СР		
			Всего	Л	ПЗ	ЛР	КСР			час	ЗЕ
Модуль 1. Термодинамика	Раздел 1. Термодинамика	Тема 1. Основные понятия и законы термодинамики	1	1	-	-	-	-	6	7	-
		Тема 2. Термодинамические процессы	3	1	2	-	-	-	6	9	-
		Тема 3. Термодинамика газовых потоков	1	1	-	-	-	-	6	7	-
		Тема 4. Термодинамика получения водяного пара	4	2	2	-	-	-	6	10	-
		Тема 5. Машины, использующие сжатие и расширение газа. Основные термодинамические циклы	2	1	-	-	1	-	6	8	-
		Итого по модулю:	**11**	**6**	**4**	**-**	**1**	**-**	**30**	**41**	**1,1**
Модуль 2. Теплообмен	Раздел 2. Теплообмен	Тема 6. Виды теплообмена. Основные понятия и определения	3	1	2	-	-	-	6	9	-
		Тема 7. Теплопроводность в твердых телах при стационарном и нестационарном режимах	4	2	2	-	-	-	6	10	-
		Тема 8. Основные положения теории конвективного переноса и теории подобия	3	1	2	-	-	-	6	9	-
		Тема 9. Расчетные соотношения теплопередачи на основе ламинарного и турбулентного пограничного слоя	2	2	-	-	-	-	6	8	-
		Тема 10. Основы расчета газопроводов	3	1	2	-	-	-	6	9	-
	Раздел 3. Основы расчета теплообменных аппаратов	Тема 11. Устройство теплообменных аппаратов	3	1	2	-	-	-	6	9	-
		Тема 12. Расчет теплообменных аппаратов	7	2	4	-	1	-	6	13	-
		Итого по модулю:	**25**	**10**	**14**	**-**	**1**	**-**	**42**	**67**	**1,9**
		Промежуточная аттестация:	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**зачет**	**-**	**-**	**-**
		Итого за семестр:	**36**	**16**	**18**	**-**	**2**	**-**	**72**	**108**	**3**

3.6 Заочная форма обучения (ТМС-13-1бз)

Номер учебного модуля	Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий							Трудоёмкость,	
			Аудиторная работа					Итог. контроль	СР		
			Всего	Л	ПЗ	ЛР	КСР			час	ЗЕ
Модуль 1. Термодинамика	Раздел 1. Термодинамика	Тема 1. Основные понятия и законы термодинамики	0,5	0,5	-	-	-	-	6	6,5	-
		Тема 2. Термодинамические процессы	2,5	0,5	2	-	-	-	6	8,5	-
		Тема 3. Термодинамика газовых потоков	0,5	0,5	-	-	-	-	8	8,5	-
		Тема 4. Термодинамика получения водяного пара	0,5	0,5	-	-	-	-	8	8,5	-
		Тема 5. Машины, использующие сжатие и расширение газа. Основные термодинамические циклы	1	-	-	-	1	-	8	9	-
		Итого по модулю:	**5**	**2**	**2**	**-**	**1**	**-**	**36**	**41**	**1,1**
Модуль 2. Теплообмен	Раздел 2. Теплообмен	Тема 6. Виды теплообмена. Основные понятия и определения	0,5	0,5	-	-	-	-	8	8,5	-
		Тема 7. Теплопроводность в твердых телах при стационарном и нестационарном режимах	2,5	0,5	2	-	-	-	8	10,5	-
		Тема 8. Основные положения теории конвективного переноса и теории подобия	2,5	0,5	2	-	-	-	8	10,5	-
		Тема 9. Расчетные соотношения теплопередачи на основе ламинарного и турбулентного пограничного слоя	0,5	0,5	-	-	-	-	8	8,5	-
		Тема 10. Основы расчета газопроводов	-	-	-	-	-	-	8	8	-
	Раздел 3. Основы расчета теплообменных аппаратов	Тема 11. Устройство теплообменных аппаратов	-	-	-	-	-	-	8	8	-
		Тема 12. Расчет теплообменных аппаратов	1	-	-	-	1	-	8	9	-
		Итого по модулю:	**7**	**2**	**4**	**-**	**1**	**-**	**56**	**63**	**1,8**
		Промежуточная аттестация:	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**зачет**	**-**	**4**	**0,1**
		Итого за семестр:	**12**	**4**	**6**	**-**	**2**	**4**	**9**	**108**	**3**

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1	1. Рассмотрена возможность использования в учебном процессе 2017-2018 учебного года ЛФ ПНИПУ рабочей программы по дисциплине «Теплообмен в технических системах» при реализации ОПОП ФГОС ВО по направлению бакалавриата 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств». 2. Актуализирован перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Теплообмен в технических системах», который читать согласно приложения 1. 3. Исходя из особенностей рабочих учебных планов групп направления бакалавриата 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» и форм организации учебного процесса, внести коррективы в Рабочую программу: дополнить п. 3 в части структуры и модульного содержания учебной дисциплины по видам и формам учебной работы таблицами 3.4, 3.5, 3.6, которые читать согласно приложения 2.	13 сентября 2017 г., протокол № 2 Преподаватель _____ Зав.кафедрой ТД _____ Балабанов Д.С. Секретарь заседания кафедры ТД _____ Карсакова О.Н.
2		
3		
4		

Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

КАРТА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРОЙ

дисциплины Теплообмен в технических системах

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Направление	Семестры	Кол-во студентов	Библиографическое описание издания (автор, заглавие, вид, место, изд-во, год издания, кол-во страниц)	Количество экземпляров в библиотеке	Основной лектор
			Основная литература		
			1. Кудинов, В. А. Теплотехника [Текст]: учебное пособие / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов, Е.В. Стефанюк. - М. : Курс: Инфра-М, 2017. - 424 с. : ил. - (Высшее образование).	5	
			2.Теплогазоснабжение и вентиляция: учебник для студентов учреждений ВПО / О.Н.Брюханов, Е.Н.Авдолимов, В.А.Жила и др.; под ред. О.Н.Брюханова. – М.: Академия, 2011. – 400 с.	5	
			3.Теплотехника: учебник / М.Г.Шатров, И.Е.Иванов, С.А.Пришвин и др.; под ред. М.Г.Шатрова, - 3-е изд., стер. – М.: ИЦ Академия, 2013. – 288 с.	5	
			Дополнительная литература		
			1.Теплотехника: учебник для вузов / под ред. В.Н. Луканина. – 4-е изд. испр. – М.: Высшая школа, 2003. – 671 с.	15	
			2. Теплофизика, теплотехника, теплообмен. Тепломассоперенос. Топливо и огнеупоры. Тепловая работа печей: лабораторный практикум: учебное пособие для студентов вузов / В.А.Арутюнов, В.А.Капитонов, И.А.Левицкий. – М.: МИСиС, 2007. – 136 с.	2	
3.05		11	[redacted]		.О.
			элементов промышленных печей : учеб.-метод. пособие / Г.С. Сборщиков, С.А. Крупенников. - М. : МИСиС, 2004. - 179 с.		Сор
			4. Лариков, Н.Н. Теплотехника : учебник для вузов / Н.Н. Лариков. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Стройиздат, 1985. - 432 с.	5	
			5.Ерофеев, В.Л. Теплотехника: учебник для вузов / В.Л. Ерофеев, П.Д. Семенов, А.С. Пряхин; под ред. В.Л. Ерофеева. - М. : Академкнига, 2006. - 488 с.	1	
			6. Резников, А.Н. Тепловые процессы в технологических системах: учебник для вузов / А.Н. Резников, Л.А. Резников. - М. : Машиностроение, 1990. - 288 с.	15	
			[redacted]		
			Электронные источники		
			1.Дыблин, Б.С. Основы технической термодинамики и теплотехники/Б.С. Дыблин; Перм. нац. исслед. политехн. ун-т. – Электрон. версия учебного пособия. – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2013. – 116с. – Режим доступа: http://elib.pstu.ru/view.php?fDocumentId=1325 , свободный.	ЭР	

Направление	Семестры	Кол-во студентов	Библиографическое описание издания (автор, заглавие, вид, место, изд-во, год издания, кол-во страниц)	Количество экземпляров в библиотеке	Основной лектор
15.03.05	4	11 чел.	2.Круглов, Г.А. Теплотехника/ Г.А. Круглов, Р.И. Булгакова, Е.С. Круглова. — 2-е изд., стер. — Электрон. версия учебника. — СПб.: Лань, 2012. — 208 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/3900 , по IP-адресам комп. сети ПНИПУ. 3.Перегудов, В.В.Теплотехника и теплотехническое оборудование/В.В. Перегудов; под ред. И.Ф. Еремина. – Электрон. версия учебного пособия. – М.: Стройиздат, 1990. – 336с. – Режим доступа: http://elib.pstu.ru/view.php?fDocumentId=3323 , свободный. 4.Семенов, Б.А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях/ Б.А. Семенов. — 2-е изд., доп. — Электрон. версия учебного пособия. — СПб.: Лань, 2013. — 384 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/5107 , по IP-адресам комп. сети ПНИПУ. **Периодические издания** 1.Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия Машиностроение: научно-теоретический и прикладной журнал/Издатель МГТУ им. Н.Э. Баумана. – Архив номеров в фонде ОНБ ЛФ ПНИПУ 2013-2017 гг. 2.Технология машиностроения: обзорно-аналитический, научно-технический и производственный журнал/ Учредитель ИЦ «Технология машиностроения». – Архив номеров в фонде ОНБ ЛФ ПНИПУ 2016-2017 гг. 3.Вестник ПНИПУ. Машиностроение, материаловедение [Текст]: научный рецензируемый журнал. Архив номеров 2010-2016 гг. – Режим доступа: http://vestnik.pstu.ru/mm/about/inf/, свободный. 4.Техника-молодежи: научно-популярный журнал/ Учредитель ЗАО «Корпорация ВЕСТ». Архив номеров в фонде ОНБ ЛФ ПНИПУ 2017 г. 5.Вестник машиностроения: научно-технический и производственный журнал. — Архив номеров 2007-2010 гг. — Режим доступа: http://www.mashin.ru/eshop/journals/vestnik_mashinostroeniya/2036/12/ , свободный.	ЭР ЭР ЭР	Сошина Т.О.

СОГЛАСОВАНО:

Отдел научной библиотеки Лысьвенского филиала федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

Зав. отделом научной библиотеки _____ И.А. Малофеева

Книгообеспеченность дисциплины составляет:

- основной учебной литературой: на 01.09.2017 - более 1 экз/обуч.
  (число, месяц, год) (экз. на 1 обучаемого)
- дополнительной учебной литературой: на 01.09.2017 - более 1 экз/обуч.
  (число, месяц, год) (экз. на 1 обучаемого)

Приложение 2

3.4 Очная форма обучения (ТМС-14-1б, ТМС-15-1б)

Номер учебного модуля	Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий							Трудоёмкость,	
			Аудиторная работа					Итог. контроль	СР		
			Всего	Л	ПЗ	ЛР	КСР			час	ЗЕ
Модуль 1. Термодинамика	Раздел 1. Термодинамика	Тема 1. Основные понятия и законы термодинамики	1	1	-	-	-	-	6	7	-
		Тема 2. Термодинамические процессы	3	1	2	-	-	-	6	9	-
		Тема 3. Термодинамика газовых потоков	1	1	-	-	-	-	6	7	-
		Тема 4. Термодинамика получения водяного пара	4	2	2	-	-	-	6	10	-
		Тема 5. Машины, использующие сжатие и расширение газа. Основные термодинамические циклы	2	1	-	-	1	-	6	8	-
		Итого по модулю:	**11**	**6**	**4**	**-**	**1**	**-**	**30**	**41**	**1,1**
Модуль 2. Теплообмен	Раздел 2. Теплообмен	Тема 6. Виды теплообмена. Основные понятия и определения	3	1	2	-	-	-	6	9	-
		Тема 7. Теплопроводность в твердых телах при стационарном и нестационарном режимах	4	2	2	-	-	-	6	10	-
		Тема 8. Основные положения теории конвективного переноса и теории подобия	3	1	2	-	-	-	6	9	-
		Тема 9. Расчетные соотношения теплопередачи на основе ламинарного и турбулентного пограничного слоя	2	2	-	-	-	-	6	8	-
		Тема 10. Основы расчета газопроводов	3	1	2	-	-	-	6	9	-
	Раздел 3. Основы расчета теплообменных аппаратов	Тема 11. Устройство теплообменных аппаратов	3	1	2	-	-	-	6	9	-
		Тема 12. Расчет теплообменных аппаратов	7	2	4	-	1	-	6	13	-
		Итого по модулю:	**25**	**10**	**14**	**-**	**1**	**-**	**42**	**67**	**1,9**
		Промежуточная аттестация:	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**зачет**	**-**	**-**	**-**
		Итого за семестр:	**36**	**16**	**18**	**-**	**2**	**-**	**72**	**108**	**3**

3.5 Очно-заочная форма обучения (ТМС-14-1боз, ТМС-15-1боз, ТМС-16-1боз)

Номер учебного модуля	Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий							Трудоёмкость,	
			Аудиторная работа					Итог. контроль	СР		
			Всего	Л	ПЗ	Л	КСР			час	ЗЕ
Модуль 1. Термодинамика	Раздел 1. Термодинамика	Тема 1. Основные понятия и законы термодинамики	0,5	0,5	-		-	-	6	6,5	-
		Тема 2. Термодинамические процессы	2,5	0,5	2		-	-	8	10,5	-
		Тема 3. Термодинамика газовых потоков	0,5	0,5	-		-	-	6	6,5	-
		Тема 4. Термодинамика получения водяного пара	2,5	0,5	2		-	-	8	10,5	-
		Тема 5. Машины, использующие сжатие и расширение газа. Основные термодинамические циклы	1	-	-		1	-	8	9	-
		Итого по модулю:	**7**	**2**	**4**		**1**	**-**	**36**	**43**	**1,2**
Модуль 2. Теплообмен	Раздел 2. Теплообмен	Тема 6. Виды теплообмена. Основные понятия и определения	3,5	0,5	3		-	-	8	11,5	-
		Тема 7. Теплопроводность в твердых телах при стационарном и нестационарном режимах	3	1	2		-	-	8	11	-
		Тема 8. Основные положения теории конвективного переноса и теории подобия	0,5	0,5	-		-	-	6	6,5	-
		Тема 9. Расчетные соотношения теплопередачи на основе ламинарного и турбулентного пограничного слоя	1	1	-		-	-	8	9	-
		Тема 10. Основы расчета газопроводов	0,5	0,5	-		-	-	8	8,5	-
	Раздел 3. Основы расчета теплообменных аппаратов	Тема 11. Устройство теплообменных аппаратов	0,5	0,5	-		-	-	8	8,5	-
		Тема 12. Расчет теплообменных аппаратов	2	1	-		1	-	8	10	-
		Итого по модулю:	**11**	**5**	**5**		**1**	**-**	**54**	**65**	**1,8**
		Промежуточная аттестация:	**-**	**-**	**-**		**-**	**зачет**	**-**	**-**	**-**
		Итого за семестр:	**18**	**7**	**9**		**2**	**-**	**90**	**108**	**3**

3.6 Заочная форма обучения (ТМС-13-1бз)

Номер учебного модуля	Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий							Трудоёмкость,	
			Аудиторная работа					Итог. контроль	СР		
			Всего	Л	ПЗ	Л	КСР			час	ЗЕ
Модуль 1. Термодинамика	Раздел 1. Термодинамика	Тема 1. Основные понятия и законы термодинамики	0,5	0,5	-	[redacted]	-	-	6	6,5	-
		Тема 2. Термодинамические процессы	2,5	0,5	2	[redacted]	-	-	6	8,5	-
		Тема 3. Термодинамика газовых потоков	0,5	0,5	-	[redacted]	-	-	8	8,5	-
		Тема 4. Термодинамика получения водяного пара	0,5	0,5	-	[redacted]	-	-	8	8,5	-
		Тема 5. Машины, использующие сжатие и расширение газа. Основные термодинамические циклы	1	-	-	[redacted]	1	-	8	9	-
		Итого по модулю:	**5**	**2**	**2**	[redacted]	**1**	**-**	**36**	**41**	**1,1**
Модуль 2. Теплообмен	Раздел 2. Теплообмен	Тема 6. Виды теплообмена. Основные понятия и определения	0,5	0,5	-	[redacted]	-	-	8	8,5	-
		Тема 7. Теплопроводность в твердых телах при стационарном и нестационарном режимах	2,5	0,5	2	[redacted]	-	-	8	10,5	-
		Тема 8. Основные положения теории конвективного переноса и теории подобия	2,5	0,5	2	[redacted]	-	-	8	10,5	-
		Тема 9. Расчетные соотношения теплопередачи на основе ламинарного и турбулентного пограничного слоя	0,5	0,5	-	[redacted]	-	-	8	8,5	-
		Тема 10. Основы расчета газопроводов	-	-	-	[redacted]	-	-	8	8	-
	Раздел 3. Основы расчета теплообменных аппаратов	Тема 11. Устройство теплообменных аппаратов	-	-	-	[redacted]	-	-	8	8	-
		Тема 12. Расчет теплообменных аппаратов	1	-	-	[redacted]	1	-	8	9	-
		Итого по модулю:	**7**	**2**	**4**	[redacted]	**1**	**-**	**56**	**63**	**1,8**
		Промежуточная аттестация:	**-**	**-**	**-**	[redacted]	**-**	**зачет**	**-**	**4**	**0,1**
		Итого за семестр:	**12**	**4**	**6**	[redacted]	**2**	**4**	**9**	**108**	**3**

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1	Считать целесообразным применение данного элемента УМКД в 2018-2019 уч.году, в связи с этим на титульном листе строку «Лысьва, 2017» заменить словами «**Лысьва, 2018**»	05.09.18, протокол №1 Доцент с обязанностями зав.каф.ТД _____/ Д.С.Балабанов Секретарь заседания кафедры ТД _____/ Е.А.Корвякова
2	Исходя из содержания Указа Президента Российской Федерации от 15 мая 2018 г. №215 «О структуре федеральных органов исполнительной власти», на титульном листе строку «Министерство образования и науки Российской Федерации», заменить словами «**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**»	05.09.18, протокол №1 Доцент с обязанностями зав.каф.ТД _____/ Д.С.Балабанов Секретарь заседания кафедры ТД _____/ Е.А.Корвякова
3	В разделе 6 Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, в подразделе 6.1 Карта обеспеченности учебно-методической литературой дисциплины Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для изучения дисциплины, **заменить на новый** (приложение 3) с изменением названия раздела 6 и подраздела 6.1.	05.09.18, протокол №1 Доцент с обязанностями зав.каф.ТД _____/ Д.С.Балабанов Секретарь заседания кафедры ТД _____/ Е.А.Корвякова
4	Исходя из особенностей рабочих учебных планов групп направления бакалавриата 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» и форм организации учебного процесса, внести коррективы в Рабочую программу: дополнить п. 3 в части структуры и модульного содержания учебной дисциплины по видам и формам учебной работы таблицами 3.4, 3.5, которые читать согласно приложения 4.	05.09.18, протокол №1 Доцент с обязанностями зав.каф.ТД _____/ Д.С.Балабанов Секретарь заседания кафедры ТД _____/ Е.А.Корвякова

Приложение 3

6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, в том числе размещенной в электронной библиотеке ПНИПУ в виде электронных документов

6.1 Карта обеспеченности дисциплины Теплообмен в технических системах учебно-методической литературой

Направление	Семестры	Кол-во студентов	Библиографическое описание издания (автор, заглавие, вид, место, изд-во, год издания, кол-во страниц)	Количество экземпляров в библиотеке	Основной лектор
15.03.05	4	8 чел.	**Основная литература**		Сошина Т.О.
			1. Кудинов, В. А. Теплотехника [Текст]: учебное пособие / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов, Е.В. Стефанюк. - М. : Курс: Инфра-М, 2017. - 424 с. : ил. - (Высшее образование).	5	
			2.Теплогазоснабжение и вентиляция: учебник для студентов учреждений ВПО / О.Н.Брюханов, Е.Н.Авдолимов, В.А.Жила и др.; под ред. О.Н.Брюханова. – М.: Академия, 2011. – 400 с.	5	
			3.Теплотехника: учебник / М.Г.Шатров, И.Е.Иванов, С.А.Пришвин и др.; под ред. М.Г.Шатрова, - 3-е изд., стер. – М.: ИЦ Академия, 2013. – 288 с.	5	
			Дополнительная литература		
			1.Теплотехника: учебник для вузов / под ред. В.Н. Луканина. – 4-е изд. испр. – М.: Высшая школа, 2003. – 671 с.	15	
			2. Теплофизика, теплотехника, теплообмен. Тепломассоперенос. Топливо и огнеупоры. Тепловая работа печей: лабораторный практикум: учебное пособие для студентов вузов / В.А.Арутюнов, В.А.Капитонов, И.А.Левицкий. – М.: МИСиС, 2007. – 136 с.	2	
			3. Сборщиков, Г.С. Теплотехника : расчёт и конструирование элементов промышленных печей : учеб.-метод. пособие / Г.С. Сборщиков, С.А. Крупенников. - М. : МИСиС, 2004. - 179 с.	5	
			4. Лариков, Н.Н. Теплотехника : учебник для вузов / Н.Н. Лариков. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Стройиздат, 1985. - 432 с.	5	
			5.Ерофеев, В.Л. Теплотехника: учебник для вузов / В.Л. Ерофеев, П.Д. Семенов, А.С. Пряхин; под ред. В.Л. Ерофеева. - М. : Академкнига, 2006. - 488 с.	1	
			6. Резников, А.Н. Тепловые процессы в технологических системах: учебник для вузов / А.Н. Резников, Л.А. Резников. - М. : Машиностроение, 1990. - 288 с. : ил.	15	
			Электронные источники		
			1.Дыблин, Б.С. Основы технической термодинамики и теплотехники/Б.С. Дыблин; Перм. нац. исслед. политехн. ун-т. – Электрон. версия учебного пособия. – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2013. – 116с. – Режим доступа: http://elib.pstu.ru/view.php?fDocumentId=1325 , свободный.	ЭР	

			2.Круглов, Г.А. Теплотехника/ Г.А. Круглов, Р.И. Булгакова, Е.С. Круглова. — 2-е изд., стер. — Электрон. версия учебника. — СПб.: Лань, 2012. — 208 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/3900 , по IP-адресам комп. сети ПНИПУ.	ЭР	
			3.Перегудов, В.В.Теплотехника и теплотехническое оборудование/В.В. Перегудов; под ред. И.Ф. Еремина. – Электрон. версия учебного пособия. – М.: Стройиздат, 1990. – 336с. – Режим доступа: http://elib.pstu.ru/view.php?fDocumentId=3323 , свободный.	ЭР	
			4.Семенов, Б.А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях/ Б.А. Семенов. — 2-е изд., доп. — Электрон. версия учебного пособия. — СПб.: Лань, 2013. — 384 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/5107 , по IP-адресам комп. сети ПНИПУ.	ЭР	
			Периодические издания		
			1.Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия Машиностр		

Приложение 4

3.4 Очная форма обучения (ТМС-15-1б)

Номер учебного модуля	Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий							Трудоёмкость,	
			Аудиторная работа					Итог. контроль	СР		
			Всего	Л	ПЗ	ЛР	КСР			час	ЗЕ
Модуль 1. Термодинамика	Раздел 1. Термодинамика	Тема 1. Основные понятия и законы термодинамики	1	1	-	-	-	-	6	7	-
		Тема 2. Термодинамические процессы	3	1	2	-	-	-	6	9	-
		Тема 3. Термодинамика газовых потоков	1	1	-	-	-	-	6	7	-
		Тема 4. Термодинамика получения водяного пара	4	2	2	-	-	-	6	10	-
		Тема 5. Машины, использующие сжатие и расширение газа. Основные термодинамические циклы	2	1	-	-	1	-	6	8	-
		Итого по модулю:	**11**	**6**	**4**	**-**	**1**	**-**	**30**	**41**	**1,1**
Модуль 2. Теплообмен	Раздел 2. Теплообмен	Тема 6. Виды теплообмена. Основные понятия и определения	3	1	2	-	-	-	6	9	-
		Тема 7. Теплопроводность в твердых телах при стационарном и нестационарном режимах	4	2	2	-	-	-	6	10	-
		Тема 8. Основные положения теории конвективного переноса и теории подобия	3	1	2	-	-	-	6	9	-
		Тема 9. Расчетные соотношения теплопередачи на основе ламинарного и турбулентного пограничного слоя	2	2	-	-	-	-	6	8	-
		Тема 10. Основы расчета газопроводов	3	1	2	-	-	-	6	9	-
	Раздел 3. Основы расчета теплообменных аппаратов	Тема 11. Устройство теплообменных аппаратов	3	1	2	-	-	-	6	9	-
		Тема 12. Расчет теплообменных аппаратов	7	2	4	-	1	-	6	13	-
		Итого по модулю:	**25**	**10**	**14**	**-**	**1**	**-**	**42**	**67**	**1,9**
		Промежуточная аттестация:	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**зачет**	**-**	**-**	**-**
		Итого за семестр:	**36**	**16**	**18**	**-**	**2**	**-**	**72**	**108**	**3**

3.5 Очно-заочная форма обучения (ТМС-14-1боз, ТМС-15-1боз, ТМС-16-1боз)

Номер учебного модуля	Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий							Трудоёмкость,	
			Аудиторная работа					Итог. контроль	СР		
			Всего	Л	ПЗ	ЛР	КСР			час	ЗЕ
Модуль 1. Термодинамика	Раздел 1. Термодинамика	Тема 1. Основные понятия и законы термодинамики	0,5	0,5	-	-	-	-	6	6,5	-
		Тема 2. Термодинамические процессы	2,5	0,5	2	-	-	-	8	10,5	-
		Тема 3. Термодинамика газовых потоков	0,5	0,5	-	-	-	-	6	6,5	-
		Тема 4. Термодинамика получения водяного пара	2,5	0,5	2	-	-	-	8	10,5	-
		Тема 5. Машины, использующие сжатие и расширение газа. Основные термодинамические циклы	1	-	-	-	1	-	8	9	-
		Итого по модулю:	**7**	**2**	**4**	**-**	**1**	**-**	**36**	**43**	**1,2**
Модуль 2. Теплообмен	Раздел 2. Теплообмен	Тема 6. Виды теплообмена. Основные понятия и определения	3,5	0,5	3	-	-	-	8	11,5	-
		Тема 7. Теплопроводность в твердых телах при стационарном и нестационарном режимах	3	1	2	-	-	-	8	11	-
		Тема 8. Основные положения теории конвективного переноса и теории подобия	0,5	0,5	-	-	-	-	6	6,5	-
		Тема 9. Расчетные соотношения теплопередачи на основе ламинарного и турбулентного пограничного слоя	1	1	-	-	-	-	8	9	-
		Тема 10. Основы расчета газопроводов	0,5	0,5	-	-	-	-	8	8,5	-
	Раздел 3. Основы расчета теплообменных аппаратов	Тема 11. Устройство теплообменных аппаратов	0,5	0,5	-	-	-	-	8	8,5	-
		Тема 12. Расчет теплообменных аппаратов	2	1	-	-	1	-	8	10	-
		Итого по модулю:	**11**	**5**	**5**	**-**	**1**	**-**	**54**	**65**	**1,8**
		Промежуточная аттестация:	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**зачет**	**-**	**-**	**-**
		Итого за семестр:	**18**	**7**	**9**	**-**	**2**	**-**	**90**	**108**	**3**

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменений	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	Считать целесообразным применение данного элемента УМКД в 2019-2020 уч.году, в связи с этим на титульном листе строку «Лысьва 2018» изложить в следующей редакции «**Лысьва 2019**»	«28» августа 2019 г., протокол №1 Доцент с и.о. зав. каф. ТД _____ Т.О. Сошина Секретарь заседания кафедры ТД _____ А.А. Тетерина
2	Исходя из особенностей учебных планов групп направления бакалавриата 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» и форм организации учебного процесса, внести коррективы в Рабочую программу: дополнить п.3 в части структуры и модульного содержания учебной дисциплины по видам и формам учебной работы таблицу 3.2 читать согласно приложения 5	
3	Раздел 6 Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, подраздел 6.1 Карта обеспеченности учебно-методической литературой дисциплины. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины **заменить на новый** (Приложение 6)	
4	Раздел 6 Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, подраздел 6.3.1 Перечень программного обеспечения, в том числе компьютерные обучающие и контролирующие программы Таблица 6.3.1 **заменить на новый** (Приложение 7)	

Приложение 5

3.2 Очно-заочная форма обучения (ТМС-15-1боз, ТМС-16-1боз)

Номер учебного модуля	Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий							Трудоёмкость,	
			Аудиторная работа					Итог. контроль	СР	час	ЗЕ
			Всего	Л	ПЗ	ЛР	КСР				
Модуль 1. Термодинамика	Раздел 1. Термодинамика	Тема 1. Основные понятия и законы термодинамики	0,5	0,5	-	-	-	-	6	6,5	-
		Тема 2. Термодинамические процессы	2,5	0,5	2	-	-	-	8	10,5	-
		Тема 3. Термодинамика газовых потоков	0,5	0,5	-	-	-	-	6	6,5	-
		Тема 4. Термодинамика получения водяного пара	2,5	0,5	2	-	-	-	8	10,5	-
		Тема 5. Машины, использующие сжатие и расширение газа. Основные термодинамические циклы	1	-	-	-	1	-	8	9	-
		Итого по модулю:	**7**	**2**	**4**	**-**	**1**	**-**	**36**	**43**	**1,2**
Модуль 2. Теплообмен	Раздел 2. Теплообмен	Тема 6. Виды теплообмена. Основные понятия и определения	3,5	0,5	3	-	-	-	8	11,5	-
		Тема 7. Теплопроводность в твердых телах при стационарном и нестационарном режимах	3	1	2	-	-	-	8	11	-
		Тема 8. Основные положения теории конвективного переноса и теории подобия	0,5	0,5	-	-	-	-	6	6,5	-
		Тема 9. Расчетные соотношения теплопередачи на основе ламинарного и турбулентного пограничного слоя	1	1	-	-	-	-	8	9	-
		Тема 10. Основы расчета газопроводов	0,5	0,5	-	-	-	-	8	8,5	-
	Раздел 3. Основы расчета теплообменных аппаратов	Тема 11. Устройство теплообменных аппаратов	0,5	0,5	-	-	-	-	8	8,5	-
		Тема 12. Расчет теплообменных аппаратов	2	1	-	-	1	-	8	10	-
		Итого по модулю:	**11**	**5**	**5**	**-**	**1**	**-**	**54**	**65**	**1,8**
		Промежуточная аттестация:	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**зачет**	**-**	**-**	**-**
		Итого за семестр:	**18**	**7**	**9**	**-**	**2**	**-**	**90**	**108**	**3**

Приложение 6

6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, в том числе размещенной в электронной библиотеке ПНИПУ в виде электронных документов

6.1 Карта обеспеченности дисциплины Теплообмен в технических системах учебно-методической литературой

Направление	Семестры	Кол-во студентов	Библиографическое описание издания (автор, заглавие, вид, место, изд-во, год издания, кол-во страниц)	Количество экземпляров в библиотеке	Основной лектор
			Основная литература		
			1. Кудинов, В. А. Теплотехника [Текст]: учебное пособие / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов, Е.В. Стефанюк. - М. : Курс: Инфра-М, 2017. - 424 с. : ил. - (Высшее образование).	5	
			2.Теплогазоснабжение и вентиляция: учебник для студентов учреждений ВПО / О.Н.Брюханов, Е.Н.Авдолимов, В.А.Жила и др.; под ред. О.Н.Брюханова. – М.: Академия, 2011. – 400 с.	5	
			3.Теплотехника: учебник / М.Г.Шатров, И.Е.Иванов, С.А.Пришвин и др.; под ред. М.Г.Шатрова, - 3-е изд., стер. – М.: ИЦ Академия, 2013. – 288 с.	5	
			Дополнительная литература		
15.03.05	4	8 чел.	2. Теплофизика, теплотехника, теплообмен. Тепломассоперенос. Топливо и огнеупоры. Тепловая работа печей: лабораторный практикум: учебное пособие для студентов вузов / В.А.Арутюнов, В.А.Капитонов, И.А.Левицкий. – М.: МИСиС, 2007. – 136 с.	2	Сошина Т.О.
			3. Сборщиков, Г.С. Теплотехника : расчёт и конструирование элементов промышленных печей : учеб.-метод. пособие / Г.С. Сборщиков, С.А. Крупенников. - М. : МИСиС, 2004. - 179 с.	5	
			4. Лариков, Н.Н. Теплотехника : учебник для вузов / Н.Н. Лариков. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Стройиздат, 1985. - 432 с.	5	
			5.Ерофеев, В.Л. Теплотехника: учебник для вузов / В.Л. Ерофеев, П.Д. Семенов, А.С. Пряхин; под ред. В.Л. Ерофеева. - М. : Академкнига, 2006. - 488 с.	1	
			6. Резников, А.Н. Тепловые процессы в технологических системах: учебник для вузов / А.Н. Резников, Л.А. Резников. - М. : Машиностроение, 1990. - 288 с.: ил.	15	
			Электронные источники		
			1.Дыблин, Б.С. Основы технической термодинамики и теплотехники/Б.С. Дыблин; Перм. нац. исслед. политехн. ун-т. – Электрон. версия учебного пособия. – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2013. – 116с. – Режим доступа: http://elib.pstu.ru/view.php?fDocumentId=1225	ЭР	

			2.Круглов, Г.А. Теплотехника/ Г.А. Круглов, Р.И. Булгакова, Е.С. Круглова. — 2-е изд., стер. — Электрон. версия учебника. — СПб.: Лань, 2012. — 208 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/3900 , по IP-адресам комп. сети ПНИПУ.	ЭР	
			3.Перегудов, В.В.Теплотехника и теплотехническое оборудование/В.В. Перегудов; под ред. И.Ф. Еремина. – Электрон. версия учебного пособия. – М.: Стройиздат, 1990. – 336с. – Режим доступа: http://elib.pstu.ru/view.php?fDocumentId=3323 , свободный.	ЭР	
			4.Семенов, Б.А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях/ Б.А. Семенов. — 2-е изд., доп. — Электрон. версия учебного пособия. — СПб.: Лань, 2013. — 384 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/5107 , по IP-адресам комп. сети ПНИПУ.	ЭР	
			Периодические издания		
			1.Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия Машиностроение: научно-теоретический и прикладной журнал/Издатель МГТУ им. Н.Э. Баумана. – Архив номеров в фонде ОНБ ЛФ ПНИПУ 2013-2017 гг.		
			2.Технология машиностроения: обзорно-аналитический, научно-технический и производственный журнал/ Учредитель ИЦ «Технология машиностроения». – Архив номеров в фонде ОНБ ЛФ ПНИПУ 2016-2019 гг.		
			3.Вестник ПНИПУ. Машиностроение, материаловедение [Текст]: научный рецензируемый журнал. Архив номеров 2010-2016 гг. – Режим доступа: http://vestnik.pstu.ru/mm/about/inf/ , свободный.		
			4.Техника-молодежи: научно-популярный журнал/ Учредитель ЗАО «Корпорация ВЕСТ». Архив номеров в фонде ОНБ ЛФ ПНИПУ 2019 г.		
			5.Вестник машиностроения: научно-технический и производственный журнал. — Архив номеров 2007-2010 гг. — Режим доступа: http://www.mashin.ru/eshop/journals/vestnik_mashinostroeniya/2036/12/ , свободный.		

СОГЛАСОВАНО:

Отдел научной библиотеки Лысьвенского филиала федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Пермский национальный исследовательский политехнический университет"

Зав. отделом научной библиотеки _____ Л.А.Стругова

Книгообеспеченность дисциплины составляет:

- основной учебной литературой: на 01.09.2019 - более 0,5 экз/обуч.
  (число, месяц, год) (экз. на 1 обучаемого)

- дополнительной учебной литературой: на 01.09.2019 - более 0,25 экз/обуч.
  (число, месяц, год) (экз. на 1 обучаемого)

6.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

6.3.1 Перечень программного обеспечения, в том числе компьютерные обучающие и контролирующие программы

Таблица 6.3.1- Программное обеспечение

№ п.п	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег.номер	Назначение
1	ПЗ	Windows 7	лицензия Microsoft Dream Spark, договор № 54088/ЕКТ3830 от 12.01.2016	Выполнение ПЗ
2	ПЗ	MSOffice Professional Plus 2007	лицензия – 42661567	Выполнение ПЗ
3	ПЗ	MathCAD 14	SE14RYMMEV0002-FLEX-ACAD	Выполнение ПЗ

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменений	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	Во исполнение пункта 16 приказа от 07.04.2021 года № 24-О «О создании автономного учреждения путем изменения типа существующего учреждения», на титульном листе строку «Лысьвенский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования» изложить в следующей редакции **«Лысьвенский филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования»**	«15» июня 2021 г., протокол №38/06 Доцент с и.о. зав. каф. ТД _____Т.О. Сошина Секретарь заседания кафедры ТД _____ В.В. Ялунина