

УОТ



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

Механико-технологический факультет
Кафедра «Сварочное производство, метрология и технология материалов»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
Пер. техн. наук, проф.

Н. В. Лобов

«24» 11 2017 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕПЛОПЕРЕДАЧА»**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Программа академического бакалавриата

Направление 21.03.01 Нефтегазовое дело
(код и наименование)

Профиль программы бакалавриата

«Бурение нефтяных и газовых скважин»,
«Эксплуатация и обслуживание объектов
добычи нефти»,
«Сооружение и ремонт объектов систем
трубопроводного транспорта»

Квалификация выпускника:

бакалавр

Выпускающая кафедра:

«Нефтегазовые технологии»

Форма обучения:

очная

Курс: 2.

Семестр(-ы): 4

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 4 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 144 ч

Виды контроля:

Экзамен: - 4

Зачёт: - нет

Курсовой проект: - нет

Курсовая работа: - нет

Пермь 2017

Учебно-методический комплекс дисциплины «Термодинамика и теплопередача» разработан на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «12» марта 2015 г. номер приказа «226» по направлению подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело;

- компетентностных моделей выпускников ОПОП по направлению подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело, профили программ бакалавриата: «Бурение нефтяных и газовых скважин», «Сооружение и ремонт объектов систем трубопроводного транспорта», «Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти», утвержденных «24» июня 2013 г. (с изменениями в связи с переходом на ФГОС ВО);

- базовых учебных планов очной формы обучения по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело», профили программ бакалавриата: «Бурение нефтяных и газовых скважин», «Сооружение и ремонт объектов систем трубопроводного транспорта», «Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти», утвержденных «28» апреля 2016 г.

Рабочая программа дисциплины «Термодинамика и теплопередача» согласована с рабочими программами дисциплин математика, физика, химия, экология, теоретическая механика, сопротивление материалов, детали машин, материаловедение и технология конструкционных материалов, электротехника, химия нефти и газа, гидравлика и нефтегазовая гидромеханика, метрология, квалиметрия и стандартизация, физическая и коллоидная химия, геология и литология, гидравлические машины и компрессоры, электропривод и электрооборудование технологических объектов нефтегазовой отрасли, буровое оборудование, механика горных пород, основы теории надежности, основы геофизики, геонавигация в бурении, коррозия и защита металлов, нанотехнологии в нефтегазовом деле, испытание скважин и пластов, основы технической диагностики, учебная практика (учебно-ознакомительная), учебная практика (учебно-промышленная), преддипломная практика, участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.

Разработчик

канд. техн. наук, доц.

Е.И. Вахрамеев

Рецензент

канд. техн. наук, доц.

К.С. Галагин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Сварочное производство, метрология и технология материалов» «20» 11 2017 г., протокол № 4.

Заведующий кафедрой СПМ и ТМ, ведущей дисциплину,
д-р техн. наук, проф.

Ю.Д. Шицын

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией механико-технологического факультета «22» 11 2017 г., протокол № 6.

Председатель учебно-методической комиссии
механико-технологического факультета

Д.О. Пустовалов

СОГЛАСОВАНО

Заведующий выпускающей кафедрой «Нефтегазовые технологии»
д-р техн. наук, проф.

Г.П. Хижняк

Начальник управления образовательных программ, канд. техн. наук, доц.

Д. С. Репецкий

1 Общие положения

1.1 Цель учебной дисциплины «ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕПЛОПЕРЕДАЧА» — формирование комплекса знаний в области получения, преобразования, передачи и использования теплоты, формирование умений и навыков расчета и выбора рациональных систем нагрева, охлаждения и термостатирования оборудования, тепловой защиты, термодинамического исследования рабочих процессов в различных теплотехнических.

В процессе изучения данной дисциплины студент расширяет и углубляет следующие компетенции:

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);
- способностью применять процессный подход в практической деятельности, сочетать теорию и практику (ПК-1);
- способностью обоснованно применять методы метрологии и стандартизации (ПК-6).

1.2 Задачи учебной дисциплины:

- **изучение** законов термодинамики и тепломассообмена, основ преобразования энергии, термодинамических процессов и циклов, способов теплообмена, принципа действия и устройства теплообменных аппаратов, теплосиловых установок и других теплотехнических устройств;

- **формирование умения** решать теоретические задачи, используя основные законы термодинамики и тепломассообмена, рассчитывать состояния рабочих тел, термодинамические процессы и циклы, теплообменные процессы, аппараты и другие основные технические устройства;

- **формирование навыков** расчёта процессов конвективного тепло- и массопереноса, передачи тепла излучением и молекулярной теплопроводностью, выбора тепловой защиты и организации систем охлаждения, проведения теплофизических измерений.

1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- основные законы термодинамики, тепломассообмена,
- термодинамические процессы и циклы,
- свойства рабочих тел (газов и паров),
- процессы передачи тепла теплопроводностью, конвекцией и излучением,
- основы расчета теплообменных аппаратов и теплосиловых установок.

1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Термодинамика и теплопередача» относится к базовой части профессионального цикла дисциплин и является обязательной при освоении ООП по направлению 21.03.01 «Нефтегазовое дело», профили программ бакалавриата: «Бурение нефтяных и газовых скважин», «Сооружение и ремонт объектов систем трубопроводного транспорта», «Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти».

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

• **знать:**

- основные законы термодинамики, теплообмена;
- основные термодинамические свойства и параметры состояния идеальных газов;
- термодинамические процессы и циклы;
- принцип действия и устройства теплообменных аппаратов, теплосиловых установок и других теплотехнических устройств;
- основные приборы для проведения теплофизических измерений;

• **уметь:**

- решать теоретические задачи, используя основные законы термодинамики, тепло- и массообмена;
- проводить теплофизические измерения, обрабатывать результаты измерений с применением компьютерной техники;
- проводить термодинамические расчеты рабочих процессов в теплосиловых и теплообменных установках, а также других теплотехнических устройствах;
- рассчитывать и выбирать рациональные системы нагрева, охлаждения и термостатирования оборудования, тепловой защиты;

• **владеть:**

- методами теоретического и экспериментального исследования в теплотехнике.

В таблице 1.1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций, заявленных в пункте 1.1.

Таблица 1.1 – Дисциплины, направленные на формирование компетенций

Код	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
Профессиональные компетенции			

ОПК-2	способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	математика, физика, химия, экология, теоретическая механика, сопротивление материалов, детали машин, материаловедение и технология конструкционных материалов, электротехника, химия нефти и газа	физическая и коллоидная химия, геология и литология, гидравлические машины и компрессоры, механика горных пород, основы теории надежности, основы геофизики, коррозия и защита металлов, нанотехнологии в нефтегазовом деле, учебная практика (учебно-ознакомительная), учебная практика (учебно-промышленная)
ПК-1	способностью применять процессный подход в практической деятельности, сочетать теорию и практику	гидравлика и нефтегазовая гидромеханика	электропривод и электрооборудование технологических объектов нефтегазовой отрасли, научно-исследовательская работа студентов, буровое оборудование, преддипломная практика
ПК-6	способностью обоснованно применять методы метрологии и стандартизации		метрология, квалиметрия и стандартизация, геонавигация в бурении, испытание скважин и пластов, основы технической диагностики

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

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенций ОПК-2, ПК-1, ПК-6.

2.1 Дисциплинарная карта компетенций

Код ОПК-2	Формулировка компетенции: способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
Код ОПК-2.Б1.Б.19	Формулировка дисциплинарной части компетенции: способностью использовать основные законы термодинамики и теплопередачи в профессиональной деятельности
Код ПК-1	Формулировка компетенции: способностью применять процессный подход в практической деятельности, сочетать теорию и практику
Код ПК-1.Б1.Б.19	Формулировка дисциплинарной части компетенции: способностью к термодинамическому расчету и анализу рабочих процессов в различных теплотехнических устройствах
Код ПК-6	Формулировка компетенции: способностью обоснованно применять методы метрологии и стандартизации
Код ПК-6.Б1.Б.19	Формулировка дисциплинарной части компетенции: способностью проводить теплотехнические измерения, составлять отчеты о выполненных работах

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
В результате освоения компетенций студент знает: – основные законы термодинамики, тепло- и массообмена; – основные термодинамические свойства и параметры состояния идеальных газов; – основные виды термодинамических процессов и циклов; – принцип действия и устройства теплосиловых установок и других теплотехнических устройств; – основные закономерности тепло- и массообмена при стационарном и нестационарном режимах; – основные приборы для проведения теплофизических измерений	Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.	Тестовые вопросы для текущего и рубежного контроля.

Умеет: – решать теоретические задачи, используя основные законы термодинамики, тепло- и массообмена; – рассчитывать термодинамические состояния и свойства рабочих тел; – проводить термодинамические расчеты и анализ рабочих процессов в теплосиловых установках, других теплотехнических устройствах; – рассчитывать и анализировать тепловые процессы, теплообменные аппараты; – рассчитывать показатели, параметры теплообмена; – рассчитывать и выбирать способы тепловой защиты, рациональные системы теплоснабжения, охлаждения и термостатирования оборудования; – проводить теплофизические измерения, обрабатывать результаты измерений с применением компьютерной техники	Лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов (подготовка к лекциям, лабораторным работам)	Контрольные работы. Отчёт по ЛР.
Владеет: – методами теоретического и экспериментального исследования теплофизических процессов	Самостоятельная работа по подготовке к экзамену.	Вопросы экзамену.

3 Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объем дисциплины в зачетных единицах составляет 4 ЗЕ. Количество часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся указано в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Объём и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоёмкость 6 семестр
1.	Аудиторная (контактная работа)	45
	- лекции (Л)	18
	- лабораторные работы (ЛР)	14
	- контроль самостоятельной работы (КСР)	4
2.	Самостоятельная работа студентов (СРС)	63
	- изучение теоретического материала	33
	- подготовка к лабораторным работам	21
3.	Итоговый контроль (промежуточная аттестация обучающихся) по дисциплине: <i>экзамен</i>	36
4.	Трудоёмкость дисциплины, всего:	
	в часах (ч) в зачётных единицах (ЗЕ)	144 4

4 Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Таблица 4.1 – Тематический план по модулям учебной дисциплины

Номер учеб- ного мо- дуля	Номер раз- дела дисци- плин ы	Номер темы дисципл ины	Количество часов (очная форма обучения)						Трудоёмко сть, ч / ЗЕ	
			аудиторная работа					атте стац ия		самост оатель ная работа
			всего	Л	ПЗ	ЛР	КСР			
1	1	Введение	1	1						1
		1	3	2	1				6	9
		2	9	2	2	4	1		10	19
		3	7	2	2	2	1		10	17
	Всего по модулю:		20	7	5	6	2		26	46 / 1,28
2	2	4	6	2	2	2			10	16
		5	9	2	2	4	1		12	21
		6	4	2		2			5	9
		7	2	2					4	6
		8	3	2			1		6	9
		Заключе ние	1	1						1
	Всего по модулю:		25	11	4	8	2		37	62 / 1,72
Итоговая аттестация								36		36 / 1
Итого:			45	18	9	14	4	36	63	144 / 4

4.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Введение. Л – 1 ч.

Предмет и задачи дисциплины. Этапы исторического развития. Значение дисциплины для последующего изучения специальных курсов и для практической деятельности. Связь теплотехники со смежными дисциплинами.

Модуль 1. Термодинамика.

Раздел 1. Термодинамика.

Л – 7 ч, ПЗ – 5 ч, ЛР – 6 ч, КРС – 26 ч.

Тема 1. Основные понятия и определения термодинамики. Термодинамическая система. Параметры состояния и единицы их измерения. Идеальный газ, уравнение состояния идеального газа. Газовая постоянная и ее физический смысл. Теплоёмкость рабочего тела. Смеси рабочих тел, способы задания, определение газовой постоянной и молярной массы смеси. Равновесные термодинамические процессы и их обратимость. Графическое изображение процессов. Рабочая и тепловая диаграммы.

Тема 2. Первый закон термодинамики и его применение для анализа политропных процессов. Энергетические характеристики термодинамических систем: теплота, работа, внутренняя энергия, энтальпия. Понятие функции процесса и функции состояния. Эквивалентность теплоты и работы. Сущность и уравнение первого закона термодинамики. Политропные процессы, их исследование и графическое изображение на рабочей и тепловой диаграммах. Энергетические характеристики политропных процессов. Частные случаи политропного процесса: изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный процессы.

Тема 3. **Циклические процессы. Второй закон термодинамики. Термодинамический анализ теплотехнических устройств.** Общие положения теории циклов. Циклы прямые и обратные. Термический к.п.д, холодильный и отопительный коэффициенты. Сущность второго закона термодинамики и его различные формулировки (Клаузиуса, Томсона, Больцмана, Стирлинга). Цикл Карно, интеграл Клаузиуса. Энтропия - параметр состояния, ее физический смысл, изменение в процессах. Изменение энтропии в термодинамических процессах. Термодинамический анализ одно- и многоступенчатого компрессора. Циклы ДВС (Отто, Дизеля и Тринклера). Идеальные циклы ГТУ. Методы повышения эффективности тепловых двигателей.

Модуль 2. Теплопередача.

Раздел 2. Теплопередача.

Л – 11 ч, ПЗ – 4 ч, ЛР - 8 ч, СРС – 37 ч.

Тема 4. **Механизмы передачи теплоты, теплопроводность.** Способы распространения теплоты: теплопроводность, конвекция, излучение, их сравнительный анализ. Теплоотдача и теплопередача. Интенсификация процессов теплообмена. Тепловой поток, плотность теплового потока. Температурное поле, температурный градиент. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности: геометрические, теплофизические, краевые. Тепловые граничные условия. Теплопроводность и теплопередача при стационарном режиме и граничных условиях первого и третьего рода. Тепловая изоляция. Теплопроводность при нестационарном режиме. Основы численных методов расчета температурных полей (метод конечных разностей).

Тема 5. **Конвективный теплообмен.** Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Свободная и вынужденная конвекция. Ламинарный и турбулентный режим течения. Математическая постановка и пути решения краевой задачи конвективного теплообмена. Основы теории подобия. Критериальные уравнения теплоотдачи при свободном и вынужденном движении среды. Отдельные задачи конвективного теплообмена в однофазной среде. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости в трубах и каналах. Теплоотдача при свободном движении теплоносителя. Внешнее обтекание тел простой формы. Конвективный теплообмен в замкнутом объеме.

Тема 6. **Теплообмен излучением.** Физическая сущность лучистого теплообмена, виды потоков излучения и радиационные характеристики тел. Основные законы теплового излучения (Планка, Вина, Стефана-Больцмана, Кирхгофа). Лучистый теплообмен между телами, разделенными прозрачной средой. Лучистый теплообмен при наличии экрана. Защита от теплового излучения.

Тема 7. **Основы массообмена. Теплообменные аппараты.** Закон Фика. Формулы для потоков массы. Коэффициенты массопереноса. Тепломассообменные устройства. Назначение, классификация и схемы теплообменных аппаратов. Конструктивные особенности теплообменников рекуперативного, регенеративного и смешительного типов. Основные принципы теплового расчета теплообменников.

Тема 8. **Топливо и основы теории горения. Теплогенерирующие устройства. Холодильная и криогенная техника.** Общие характеристики твердого и жидкого топлива. Основные положения теории горения. Определение энтальпии продуктов сгорания. Первичные теплогенераторы: химические, ядерные, солнечные. Вторичные теплогенераторы: лазерные, электрические, механические. Воздушные, парожеткорные и абсорбционные холодильные установки. Установки глубокого охлаждения. Установки первичной переработки нефти и газа: ректификационные колонны, конденсаторы-холодильники, трубчатые печи. Установки деструктивной переработки нефти и газа: реакционные аппараты, реакторы и регенераторы каталитических процессов.

Заключение. Л – 1 ч.

Применение теплоты в нефтяной и газовой отрасли. Первичные и вторичные энергетические ресурсы, перспективы их использования. Основные направления экономии энергоресурсов.

4.3 Перечень тем практических занятий

Таблица 4.2 – Темы практических занятий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия
1	Тема 1	Определение параметров состояния и термодинамических характеристик основных рабочих тел и газовых смесей, применяемых в отрасли
2	Тема 2	Термодинамический анализ политропных процессов
3	Тема 3	Расчет циклических процессов, изображение циклов на термодинамических диаграммах
4	Тема 4	Расчет теплопроводности при стационарном режиме
5	Тема 5	Исследование конвективного теплообмена при свободном и вынужденном движении среды

4.4 Перечень тем лабораторных работ

Таблица 4.3 – Темы лабораторных работ

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы лабораторной работы
1	Тема 2	Исследование политропных процессов
2	Тема 3	Исследование работы компрессора
3	Тема 4	Определение коэффициента теплопроводности твердого тела методом трубы
4	Тема 5	Исследование теплоотдачи при свободном движении воздуха
5	Тема 6	Исследование теплового излучения твердого тела

5. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Изучение дисциплины осуществляется в течение одного семестра, график изучения дисциплины приводится п.7.
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.

5.1 Виды самостоятельной работы студентов

5.1.1 Виды самостоятельной работы студентов

Таблица 5.1 – Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

Номер темы дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов	Трудоёмкость, часов
1	2	3
1	Подготовка к практическим занятиям	3
	Изучение теоретического материала	3
2	Подготовка к практическим занятиям	3
	Подготовка к лабораторным работам	3
	Изучение теоретического материала	4
3	Подготовка к практическим занятиям	3
	Подготовка к лабораторным работам	3
	Изучение теоретического материала	4
4	Подготовка к практическим занятиям	3
	Подготовка к лабораторным работам	3
	Изучение теоретического материала	4
5	Подготовка к практическим занятиям	3
	Подготовка к лабораторным работам	3
	Изучение теоретического материала	6
6	Изучение теоретического материала	2
	Подготовка к лабораторным работам	3
7	Изучение теоретического материала	4
8	Изучение теоретического материала	6
	Итого: в ч / в 3Е	63 / 1,75

5.1.2 Вопросы для самостоятельного изучения

Тема 1. Смеси рабочих тел, способы задания, определение газовой постоянной и молярной массы смеси. Равновесные термодинамические процессы и их обратимость. Графическое изображение процессов. Рабочая и тепловая диаграммы.

Тема 2. Частные случаи политропного процесса: изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный процессы.

Тема 3. Циклы ДВС (Отто, Дизеля и Тринклера). Идеальные циклы ГТУ. Методы повышения эффективности тепловых двигателей.

Тема 4. Теплопроводность и теплопередача при стационарном режиме и граничных условиях третьего рода. Тепловая изоляция. Теплопроводность при нестационарном режиме. Основы численных методов расчета температурных полей (метод конечных разностей).

Тема 5. Отдельные задачи конвективного теплообмена в однофазной среде. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости в трубах и каналах. Теплоотдача при свободном движении теплоносителя. Внешнее обтекание тел простой формы. Конвективный теплообмен в замкнутом объеме.

Тема 6. Лучистый теплообмен при наличии экрана. Защита от теплового излучения.

Тема 7. Закон Фика. Формулы для потоков массы. Коэффициенты массопереноса. Тепло массообменные устройства.

Тема 8. Первичные теплогенераторы: химические, ядерные, солнечные. Вторичные теплогенераторы: лазерные, электрические, механические. Воздушные, парожеткорные и абсорбционные холодильные установки. Установки глубокого охлаждения. Установки первичной переработки нефти и газа: ректификационные колонны, конденсаторы-холодильники, трубчатые печи. Установки деструктивной переработки нефти и газа: реакционные аппараты, реакторы и регенераторы каталитических процессов.

5.1.3 Курсовой проект (курсовая работа)

Курсовой проект не предусмотрен.

5.1.4. Реферат

Реферат не предусмотрен.

5.1.5. Расчетно-графические работы

Расчетно-графические работы не предусмотрены.

5.2 Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

6 Фонд оценочных средств дисциплины

6.1 Текущий контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Текущий контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится в форме контрольных работ.

6.2 Рубежный и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Рубежный контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится по окончании разделов и модулей дисциплины в следующих формах:

- тестирование по теоретическим и практическим вопросам лабораторных работ.
- Контрольные работы

6.3 Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

1) Экзамен

- Экзамен по дисциплине проводится в устной форме по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса (выборочно один из модуля 1 и второй из модуля 2) и одно практическое задание (выборочно из модуля 1 и 2).

- Экзаменационная оценка выставляется с учётом результатов рубежной аттестации.

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты и методы оценки, критерии оценивания, перечень контрольных точек и таблица планирования результатов обучения, контрольные задания к экзамену, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины, входят в состав РПД в виде приложения.

6.4 Виды текущего, рубежного и итогового контроля освоения элементов и частей компетенций

Таблица 6.4.1 - Виды контроля освоения элементов и частей компетенций

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля			
	Текущий	Рубежный		Итоговый
	ОП	ОПР/ ОЛР	Т/КР	Экзамен
Усвоенные знания				
– основные свойства и параметры состояния идеальных газов; – основные виды термодинамических процессов и циклов; – основные законы термодинамики – основные положения теории теплообмена: теплопроводность, конвекция, излучение, теплопередача, интенсификация теплообмена; – основные закономерности теплообмена при стационарном и нестационарном режимах; – основные приборы для проведения теплотехнических измерений	ОП1	ОЛР1 ОПР1 ОЛР2	Т/КР1 Т/КР2	ТВ ТВ
	ОП2	ОЛР3 ОПР2 ОЛР4 ОЛР5		
Освоенные умения				

– проводить термодинамические расчеты рабочих процессов, прямых и обратных циклов; – определять основные свойства рабочих тел, применяемых в отрасли – проводить теплотехнические измерения, обрабатывать результаты измерений с применением компьютерной техники; – рассчитывать показатели, параметры теплообмена; – рассчитывать и выбирать рациональные системы охлаждения и термостатирования оборудования, тепловой защиты		ОЛР1 ОПР1	Т/КР1 Т/КР2	ТВ ТВ
		ОЛР2 ОЛР3 ОЛР4		
		ОПР2		
Приобретенные владения (навыки и (или) опыт деятельности)				
– навыки термодинамических расчетов с применением справочной литературы – навыки проведения теплотехнических измерений, обработки и анализа результатов				ТВ

ОП – опрос, для анализа усвоения материала предыдущей лекции; КР – контрольная работа по теме; ПЗ – практическое (лабораторное) занятие; ОПР – отчет по практической работе; ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос.

7 График учебного процесса по дисциплине

Таблица 7.1 – График учебного процесса по дисциплине

Вид работы	Распределение часов по учебным неделям																		Итого, час
	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	
Раздел:	Р1				Р1,2					Р2									
Лекции	2	2	2	2	2	2	2	2	2										18
Практические занятия (ПЗ)	1		2		2		2		2										9
Лабораторные работы		2		2		2				2		2		2		2			14
КСР								2										2	4
Подготовка к занятиям (ПЗ, ЛР)	2	2	2	2	2	2	4	2	2	2		2		2		3			29
Самостоятельное изучение материала	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		34
Модуль:	М1				М1,2					М2									108
Контр. тестирование									+									+	
дисциплин. контроль экзамен																			36

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

8.1 Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б1. Б.19 Термодинамика и теплопередача (индекс и полное название дисциплины)	Блок 1. Дисциплины (модули) (цикл дисциплины)				
	<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;"> ☒ базовая часть цикла ☐ вариативная часть цикла </td> <td style="width: 50%; text-align: center;"> ☒ обязательная ☐ по выбору студента </td> </tr> </table>	☒ базовая часть цикла ☐ вариативная часть цикла	☒ обязательная ☐ по выбору студента		
☒ базовая часть цикла ☐ вариативная часть цикла	☒ обязательная ☐ по выбору студента				
21.03.01 (код направления подготовки / специальности)	«Нефтегазовое дело», профили «Бурение нефтяных и газовых скважин», «Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти», «Сооружение и ремонт объектов систем трубопроводного транспорта» (полное название направления подготовки / специальности)				
НГД/ БНГС, РНГМ, ГНП (аббревиатура направления / специальности)	<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;"> Уровень подготовки: <table style="width: 100%;"> <tr><td style="width: 30px; text-align: center;">☐</td> специалист</tr></table></td> <td style="width: 30px; text-align: center;">☒</td> бакалавр</tr></table>	Уровень подготовки: <table style="width: 100%;"> <tr><td style="width: 30px; text-align: center;">☐</td> специалист</tr></table>	☐	☒	☐
Уровень подготовки: <table style="width: 100%;"> <tr><td style="width: 30px; text-align: center;">☐</td> специалист</tr></table>	☐	☒			
☐					

 Форма обучения: | | |-------------------------------------| | ☒ | |-------------------------------------| | ☐ | заочная
 ☐ | очно-заочная

| **2016** (год утверждения учебного плана ООП) | | | | |-----------------------|---| | Семестр(-ы): 4 | Количество групп: 4
Количество студентов: 82 | |-----------------------|---| |

Вахрамеев Евгений Иванович, доцент
 Механико-технологический факультет
 Кафедра СПМ и ТМ, секция теплотехники, тел. 2198175

8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1	2	3
1 Основная литература		
1	Нашокин В.В. Техническая термодинамика и теплопередача: учебное пособие для вузов. 4-е изд., стер.-М.:Аз-book, 2008-2009.-469 с.:ил.-Прил.:с.452-462.-Библиогр.: с.463.	463
2	Луканин В.Н., Шатров М.Г., Камфер Г.М. и др. Теплотехника: Учеб. для вузов. -4-е изд., испр. М.: Высш. шк., 2002-2009. – 671 с.	326
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	С.И. Исаев. Термодинамика: Учеб. для вузов. М.: Высш. шк., 2000. – 413	38

	с.	
2	Г.А. Мухачёв, В.К. Щукин. Термодинамика и теплопередача: Учеб. для вузов. М.: Высш. шк., 1991. – 480 с.	352
3	К.С. Галягин, Т.А. Ульрих, Е.И. Вахрамеев, В.А. Гордеев, И.П. Лошманов, М.А. Ошивалов, Ю.А. Селянинов. Теоретические основы теплотехники. Методические указания по выполнению лабораторных работ. – Пермь, Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2007. – 48 с.	100 (на кафедре)
2.2 Периодические издания		
2.3 Нормативно-технические издания		
2.4 Официальные издания		
2.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины		
1	Электронная библиотека Научной библиотеки Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс : полнотекстовая база данных электрон. документов изданных в Изд-ве ПНИПУ]. – Электрон. дан. (1 912 записей). – Пермь, 2014- . – Режим доступа: http://elib.pstu.ru/ . – Загл. с экрана.	
2	Лань [Электронный ресурс : электрон.-библ. система : полнотекстовая база данных электрон. документов по гуманит., естеств., и техн. наукам] / Изд-во «Лань». – Санкт-Петербург : Лань, 2010- . – Режим доступа: http://e.lanbook.com/ . – Загл. с экрана.	
3	Консультант Плюс [Электронный ресурс : справочная правовая система : документы и комментарии : универсал. информ. ресурс]. – Версия Проф, сетевая. – Москва, 1992– . – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, свободный	

Основные данные об обеспеченности на _____

Основная литература ☒ обеспечена ☐ не обеспечена

Дополнительная литература ☒ обеспечена ☐ не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки _____ Н.В. Тюрикова

Данные об обеспеченности на _____
(дата составления рабочей программы)

Основная литература ☒ обеспечена ☐ не обеспечена

Дополнительная литература ☒ обеспечена ☐ не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки _____ Н.В. Тюрикова

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

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

Таблица 8.1 – Программы, используемые для обучения и контроля

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер	Назначение
1	2	3	4	5

8.4 Аудио- и видео-пособия

Таблица 8.2 – Используемые аудио- и видео-пособия

Вид аудио-, видео-пособия				Наименование учебного пособия
теле-фильм	кино-фильм	слайды	аудио-пособие	
1	2	3	4	5

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

9.1 Специализированные лаборатории и классы

Таблица 9.1 – Специализированные лаборатории и классы

№ п.п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Лаборатория термодинамики	Кафедра СПМ и ТМ	222 к.А	60	15
2	Лаборатория теплопередачи	Кафедра СПМ и ТМ	215 к.А	60	15
3	Компьютерный класс	Кафедра СПМ и ТМ	220 к.А	18	5

9.2 Основное учебное оборудование

Таблица 9.2 – Учебное оборудование

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Лабораторная установка по исследованию политропных процессов	3	оперативное управление	222 к.А
2	Лабораторная установка по исследованию работы компрессора	3	оперативное управление	222 к.А
3	Лабораторная установка по исследованию теплопроводности, теплопередачи и излучения	4	оперативное управление	215 к.А
4	Измеритель теплоемкости	1	оперативное управление	222 к.А
5	Компьютеры	5	оперативное управление	220 к.А

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		