

АТППз/бак/РАСУ - Б1.В.Д.В.2.2 - 05/04/2019

Минобрнауки России
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева»

Дзержинский политехнический институт (филиал)

Кафедра «Химические и пищевые технологии»



УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

 О.А.Казанцев
«05» 04 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕРМОДИНАМИКА

Направление подготовки
15.03.04 АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И
ПРОИЗВОДСТВ

код и название направления

Направленность (профиль) подготовки
Разработка автоматизированных систем управления

Уровень образования
бакалавриат

Форма обучения

заочная

(очная, очно-заочная, заочная)

Дзержинск, 2019

Составитель рабочей программы дисциплины «Термодинамика»

Доцент, к.т.н.


(подпись)

/ Г.В.Пастухова/
(Ф. И. О.)


Рабочая программа принята на заседании кафедры ХПТ

«05» 04 2019 г.

Протокол заседания № 9-9

Заведующий кафедрой

«05» 04 2019 г.


(подпись)

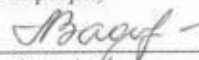
/О.А.Казанцев/
(Ф. И. О.)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой

«Автоматизация, энергетика, математика и информационные системы»

(наименование кафедры)


(подпись)

Л.Ю. Вадова

(расшифровка подписи)

Декан инженерно-технологического
факультета


(подпись)

Г.В.Пастухова

(расшифровка подписи)

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

«Автоматизация технологических процессов и производств»

(наименование)


(подпись)

Л.Ю.Вадова

(расшифровка подписи)

Заместитель начальника УМБО


(подпись)

Е.Г. Воробьева-Дурнакина

(расшифровка подписи)

СОДЕРЖАНИЕ

1. Наименование дисциплины	4
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине.....	4
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы бакалавриата	5
4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся.....	7
5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий	8
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	11
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	14
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	28
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	29
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплин.....	31
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости).....	31
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине	32

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

1. Наименование дисциплины:

Дисциплина Б1.В.ДВ.2.2 «Термодинамика» - это дисциплина по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», уровень образования – бакалавриат. Профильной для данной дисциплины является научно-исследовательский вид профессиональной деятельности.

Данная дисциплина готовит к решению следующих задач профессиональной деятельности: проведение экспериментов по заданным методикам, обработка и анализ результатов, составление описаний проводимых исследований, подготовка данных для составления научных обзоров и публикаций.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников).

2.1. Учебная дисциплина обеспечивает:

-формирование части компетенций **ОПК-1** (способность использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления продукции требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда) и **ПК-20** (способность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания проводимых исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций).

Признаки и уровни освоения компетенции приведены в табл. 2.1

Таблица 2.1 -Признаки и уровни освоения компетенций

Код и содержание компетенции	Формулировка дисциплинарной части компетенции	Уровень формирования компетенции, место дисциплины
<i>ОПК-1. Способность использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления продукции требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда</i>	<i>ОПК-1. Способность использовать основные закономерности термодинамики, действующие в процессе изготовления продукции требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда</i>	<i>Пороговый уровень. Формируется частично в составе дисциплин (табл. 3.1). Итоговый контроль сформированности компетенции ОПК-1 осуществляется при подготовке к защите ВКР</i>
<i>ПК-20. Способность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания проводимых исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций</i>	<i>ПК-20. Способность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, подготавливать данные для разработки научных обзоров</i>	<i>Пороговый уровень. Формируется частично в составе дисциплин (табл. 3.1). Итоговый контроль сформированности компетенции ПК-20 осуществляется при подготовке к защите ВКР</i>

2.2. В результате изучения дисциплины бакалавр должен овладеть следующими знаниями, умениями и навыками в рамках формируемых компетенций (табл. 2.2):

Таблица 2.2- Планируемые результаты обучения

Уровень освоения компетенции	Описание признаков проявления компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения)		
		Знать	Уметь	Владеть
ОПК-1				
пороговый	Способность использовать основные закономерности термодинамики, действующие в процессе изготовления продукции требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда	основы термодинамики	применять методы и законы термодинамики для решения практических задач	навыками практического применения основ термодинамики
ПК-20				
пороговый	Способность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, подготавливать данные для разработки научных обзоров	методики эксперимента и обработки данных	анализировать результаты экспериментов	навыками подготовки данных для разработки научных обзоров

При наличии лиц с ограниченными возможностями здоровья устанавливается особый порядок освоения дисциплины, предусматривающий возможность достижения ими планируемых результатов обучения с учетом состояния здоровья и имеющихся заболеваний.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы бакалавриата

3.1. Дисциплина реализуется в рамках вариативной части дисциплин по выбору Блока 1 (Б1.В. ДВ.2.2).

3.2. Дисциплина изучается на 3 курсе.

3.3. Требования к входным знаниям, умениям и владениям студентов:

Для освоения дисциплины Б1.В.ДВ.2.2 «Термодинамика» студент должен

Знать:

- основы математического анализа;
- основы молекулярно-кинетической теории;
- базисные законы идеальных газов (Бойля–Мариотта, Шарля, Гей-Люссака);
- закон Авогадро, понятия моля и универсальной газовой постоянной;
- уравнения состояния идеальных газов Клапейрона и Клапейрона-Менделеева;
- значения величин температуры, давления и объема моля при нормальных условиях;
- первый и второй законы термодинамики (базисные представления из курсов физики и общей химии);
- уравнение Ван-дер-Ваальса для реальных газов и его интерпретацию с позиций молекулярно-кинетической теории;
- p - T диаграмму состояния веществ;
- понятия: пограничная кривая, теплота и температура фазового перехода, критическое состояние вещества, стабильные и метастабильные состояния;
- размерность в системе СИ давления, объема, температуры, массы, плотности.

Уметь:

- пользоваться таблицей элементов Д.И. Менделеева для определения молекулярной массы газов;
- рассчитывать параметры состояния идеальных газов при нормальных и рабочих условиях с помощью уравнений состояния и закона Авогадро;
- пользоваться справочной литературой.

Владеть:

- практическими навыками дифференцирования и интегрирования;
- навыками практических расчётов;
- навыками лабораторных исследований и составления отчетов.

Этапы формирования компетенций и ожидаемые результаты обучения, определяющие уровень сформированности компетенций, указаны в табл. 3.1, 3.2.

Таблица 3.1 – Дисциплины, участвующие в формировании компетенций ОПК-1 и ПК-20 с дисциплиной Б1.В.ДВ.2.2 «Термодинамика»

Код компетенции	Названия учебных дисциплин, модулей, практик, участвующих	Курсы / семестры обучения				
		1 курс	2 курс	3 курс	4 курс	5 курс
ОПК-1	Физика					
	Химия					
	Электротехника и электроника					
	Автоматизация управления жизненным циклом продукции					
	Управление качеством					
	Технологические процессы автоматизированных производств					
	Материаловедение					
	Термодинамика					
	Подготовка к защите ВКР					
ПК-20	Теоретическая механика					
	Прикладная механика					
	Теория автоматического управления					
	Метрология, стандартизация и сертификация					
	Материаловедение					
	Теория вероятностей и математическая статистика					
	Термодинамика					
	Научно-исследовательская работа					
	Подготовка к защите ВКР					

Таблица 3.2 – Этапы формирования компетенций вместе с дисциплиной «Термодинамика»

Код	Наименование компетенции	Наименования дисциплин		
		Начальный этап (пороговый уровень)	Основной этап (углубленный уровень)	Завершающий этап (продвинутый уровень)
ОПК-1	Способность использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления продукции требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда	1. Физика 2. Химия 3. Электротехника и электроника 4. Автоматизация управления жизненным циклом продукции 5. Управление качеством 6. Технологические процессы автоматизированных производств 7. Материаловедение 8. Термодинамика	1. Подготовка к защите ВКР	
ПК-20	Способность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания проводимых исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций	1. Теоретическая механика 2. Прикладная механика 3. Метрология, стандартизация и сертификация 4. Материаловедение 5. Теория вероятностей и математическая статистика 6. Термодинамика	1. Теория автоматического управления 2. Научно-исследовательская работа 3. Подготовка к защите ВКР	

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Объем дисциплины (общая трудоемкость) составляет 5 зачетных единиц (з.е), в часах это 180 академических часа, в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем 20 часов, самостоятельная работа обучающихся 156 часов.

В табл. 4.1 представлена структура дисциплины.

Таблица 4.1- Структура дисциплины «Термодинамика»

Вид учебной работы		3–ий курс
1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего), в том числе:		Всего часов
1.1. Аудиторные занятия (всего)		20
в том числе:	Лекции (Л)	8
	Лабораторные работы (ЛР)	8
	Практические занятия (ПЗ)	-
	Практикумы	-
1.2. Внеаудиторные занятия (всего)		4
групповые консультации по дисциплине		4
групповые консультации по промежуточной аттестации		-
индивидуальная работа преподавателя с обуч-ся:		
- по проектированию: проект (работа)		-

- по выполнению реферата	-
2. Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)	156
Вид промежуточной аттестации –зачет с оценкой	4
Общая трудоемкость, ч./зачетные единицы	180/5

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Распределение учебной нагрузки по разделам дисциплины приведено в табл. 5.1. Тематическое содержание разделов дисциплины, с перечислением содержащихся в них дидактических единиц приведено в табл. 5.2.

Темы лабораторных занятий приведены в табл. 5.3, виды самостоятельной работы—в табл. 5.4.

Таблица 5.1 - Распределение учебной нагрузки по разделам дисциплины

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий и их трудоемкость, часы						Формируемые компетенции ОК, ОПК, ПК, ПСК
		Всего часов (без зачета)	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Внеаудиторная контактная работа	СРС	
1	Введение. Основные понятия термодинамики	10,9	0,5	-	-	0,4	10	ОПК-1, ПК-20
2	I закон термодинамики	25,6	1	4	-	0,6	20	ОПК-1, ПК-20
3	II закон термодинамики. Круговые процессы. Циклы Карно тепловых машин	21,4	1	-	-	0,4	20	ОПК-1, ПК-20
4	Способы определения теплоты процесса	21,4	1	-	-	0,4	20	ОПК-1, ПК-20
5	Термодинамические процессы идеального газа в технике	20,6	1	-	-	0,6	19	ОПК-1, ПК-20
6	Реальные газы. Водяной пар	21,4	1	-	-	0,4	20	ОПК-1, ПК-20
7	Анализ термодинамических процессов в открытых системах	25,4	1	4	-	0,4	20	ОПК-1, ПК-20
8	Циклы паросиловых и газотурбинных установок	16,4	1	-	-	0,4	15	ОПК-1, ПК-20
9	Анализ термодинамически необратимых процессов	12,9	0,5	-	-	0,4	12	ОПК-1, ПК-20
Итого		176	8	8	-	4	156	

Таблица 5.2- Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

№ раздела	Наименование раздела	Код компетенции	Содержание темы (наименование темы, перечисление дидактических единиц)	Трудоемкость (час.)	Технологии оценивания
1	Введение. Основные понятия термодинамики	ОПК-1, ПК-20	Тема 1.1. Ознакомление с учебной литературой. Основы термодинамического анализа. Понятие термодинамической системы, параметров состояния и процесса. Энтальпия, располагаемая работа. Уравнение состояния.	0,5	Тестирование, задачи для самостоятельной работы
2	I закон термодинамики	ОПК-1, ПК-20	Тема 2.1. I закон термодинамики для закрытых и открытых систем	1	Тестирование, задачи для самостоятельной работы
3	II закон термодинамики. Круговые процессы. Циклы Карно тепловых машин	ОПК-1, ПК-20	Тема 3.1. Формулировки второго закона термодинамики, связанные с вопросами взаимного преобразования теплоты и работы. Основы термодинамического анализа циклов тепловых машин. Тепловой двигатель, холодильная машина, тепловой насос	1	Тестирование, задачи для самостоятельной работы
4	Способы определения теплоты процесса	ОПК-1, ПК-20	Тема 4.1. Определение теплоты из уравнения энергобаланса. Определение теплоты через термические координаты: абсолютную температуру и энтропию. Определение теплоты через теплоёмкость процесса. Виды теплоёмкостей. Формула Майера	1	Тестирование, задачи для самостоятельной работы
5	Термодинамические процессы идеального газа в технике	ОПК-1, ПК-20	Тема 5.1. Энергоносители и основные процессы с ними. Процессы идеального газа. Исследование политропных процессов идеального газа.	1	Тестирование, задачи для самостоятельной работы
6	Реальные газы. Водяной пар	ОПК-1, ПК-20	Тема 6.1. Реальные газы, пары. Водяной пар. Определение характеристик воды и пара. Основные процессы с водяным паром	1	Тестирование, задачи для самостоятельной работы
7	Анализ термодинамических процессов в открытых системах	ОПК-1, ПК-20	Тема 7.1. Анализ термодинамических процессов в открытых системах. Анализ работы компрессора. Дросселирование.	1	Тестирование, задачи для самостоятельной работы
8	Циклы паросиловых и газотурбинных установок	ОПК-1, ПК-20	Тема 8.1. Паротурбинные установки (ПТУ) - пример т/д анализа тепловой машины. Базисный цикл ПТУ (Ренкина), схема соответствующей установки. КПД цикла Ренкина и возможности его повышения. Циклы газотурбинных установок	1	Тестирование, задачи для самостоятельной работы
9	Анализ термодинамических и необратимых процессов	ОПК-1, ПК-20	Тема 9.1. Типичные необратимые процессы. Потеря полезной работы в диссипативных (термодинамически необратимых) процессах. Пути уменьшения этих потерь.	0,5	Тестирование
Итого				8	

Таблица 5.3 – Темы лабораторных занятий

№ раздела	Наименование раздела	Код компетенции	Темы лабораторных работ	Трудоемкость (час.)	Технология оценивания
2	I закон термодинамики	ОПК-1, ПК-20	Измерение работы расширения газа в изобарном процессе, определение газовой постоянной и проверка I закона термодинамики	4	Отчет о лабораторной работе, собеседование
5	Термодинамические процессы идеального газа в технике	ОПК-1, ПК-20	Исследование термодинамических процессов идеального газа.	4*	Отчет о лабораторной работе, собеседование
6	Реальные газы. Водяной пар	ОПК-1, ПК-20	Изучение свойств и процессов воды и водяного пара	4*	Отчет о лабораторной работе, собеседование
7	Анализ термодинамических процессов в открытых	ОПК-1, ПК-20	Испытание поршневого компрессора	4*	Отчет о лабораторной работе, собеседование
итого				8	

*- выполняются две работы по указанию преподавателя

Таблица 5.4 - Самостоятельная работа студентов

№ раздела	Наименование темы	Код компетенции	Виды самостоятельной работы (детализация видов самостоятельной работы по каждому разделу)	Трудоемкость (час.)	Технология оценивания
1	Введение. Основные понятия термодинамики	ОПК-1, ПК-20	- изучение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - подготовка к тестированию; - решение задач для самостоятельной работы.	5 2 3	Выполнение тестов, решение задач для самостоятельной работы
2	I закон термодинамики	ОПК-1, ПК-20	- изучение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - подготовка к тестированию; - оформление отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию по обозначенным вопросам; - решение задач для самостоятельной работы.	12 2 3 3	Выполнение тестов, решение задач для самостоятельной работы, отчет о лабораторной работе, собеседование
3	II закон термодинамики. Круговые процессы. Циклы Карно тепловых машин	ОПК-1, ПК-20	- изучение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - подготовка к тестированию; - решение задач для самостоятельной работы.	15 2 3	Выполнение тестов, решение задач для самостоятельной работы

4	Способы определения теплоты процесса	ОПК-1, ПК-20	- изучение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - подготовка к тестированию; - решение задач для самостоятельной работы.	15 2 3	Выполнение тестов, решение задач для самостоятельной работы
5	Термодинамические процессы идеального газа в технике	ОПК-1, ПК-20	- изучение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - подготовка к тестированию; - решение задач для самостоятельной работы.	14 2 3	Выполнение тестов, решение задач для самостоятельной работы
6	Реальные газы. Водяной пар	ОПК-1, ПК-20	- изучение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - подготовка к тестированию; - решение задач для самостоятельной работы.	15 2 3	Выполнение тестов, решение задач для самостоятельной работы
7	Анализ термодинамических процессов в открытых системах	ОПК-1, ПК-20	- изучение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - подготовка к тестированию; - решение задач для самостоятельной работы; - оформление отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию по обозначенным вопросам.	12 2 3 3	Выполнение тестов, решение задач для самостоятельной работы, отчет о лабораторной работе, собеседование
8	Циклы паросиловых и газотурбинных установок	ОПК-1, ПК-20	- изучение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - подготовка к тестированию; - задач для самостоятельной работы.	10 2 3	Выполнение тестов, решение задач для самостоятельной работы
9	Анализ термодинамически необратимых процессов	ОПК-1, ПК-20	- изучение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - подготовка к тестированию	10 2	Выполнение тестов.
Итого				156	

5.2. Примерная тематика рефератов (докладов, эссе)

Не предусматриваются

5.3. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Не предусматриваются

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине Б1.В.ДВ.2.2 «Термодинамика»

6.1. Темы и содержание учебных занятий в форме самостоятельной работы представлены в табл. 6.1.

Таблица 6.1. - Темы и содержание учебных занятий в форме самостоятельной работы

Раздел	Тема	Содержание занятий	Трудоемкость, часов
1.	Тема 1.1	1.Чтение учебного пособия Р.П.Шпаковский. «Техническая термодинамика» - НГТУ, Н.Новгород, 2009.— С.8-37; учебника для вузов А.П.Баскаков «Теплотехника», М.: Энергоиздат, 1982. –С.6-12	4,0
		О.М.Рабинович. «Сборник задач по технической термодинамике» - М., Машиностроение, 1973.-С.8-15.	
		2.Работа с основными понятиями.	0,5
		3. Работа с вопросами для самоконтроля.	0,5
		4. Подготовка к тестированию.	2
	5. Решение задач для самостоятельной работы	3	
2	Тема 2.1	1.Чтение учебного пособия Р.П.Шпаковский. «Техническая термодинамика» - НГТУ, Н.Новгород, 2009. — С.37-54; учебника для вузов А.П.Баскаков «Теплотехника», М.: Энергоиздат, 1982. - С.12-20; О.М.Рабинович. «Сборник задач по технической термодинамике» -М., Машиностроение, 1973.-С.51-66	10
		2.Работа с основными понятиями.	1
		3. Работа с вопросами для самоконтроля.	1
		4. Подготовка к тестированию.	2
		5. Решение задач для самостоятельной работы.	3
		6. Оформление отчета о лабораторной работе.	1
		7.Подготовка к собеседованию по обозначенным вопросам.	2
3	Тема 3.1	1.Чтение учебного пособия Р.П.Шпаковский «Техническая термодинамика» - НГТУ, Н.Новгород, 2009. - С.137-164; учебника для вузов А.П.Баскаков «Теплотехника», М.: Энергоиздат, 1982. - С.20-30; О.М.Рабинович. «Сборник задач по технической термодинамике» -М., Машиностроение, 1973.-С.109-121.	13
		2.Работа с основными понятиями.	1
		3. Работа с вопросами для самоконтроля.	1
		4. Подготовка к тестированию.	2
		5. Решение задач для самостоятельной работы.	3
4	Тема 4.1	1.Чтение учебного пособия Р.П.Шпаковский «Техническая термодинамика» - НГТУ, Н.Новгород, 2009. – С.54-72.; учебника для вузов А.П.Баскаков «Теплотехника», М.: Энергоиздат, 1982. - С.14-15, 16-19; О.М.Рабинович. «Сборник задач по технической термодинамике» -М., Машиностроение, 1973.-С.36-50.	13
		2.Работа с основными понятиями.	1
		3. Работа с вопросами для самоконтроля.	1
		4. Подготовка к тестированию.	2
		5. Решение задач для самостоятельной работы.	3
5	Тема 5.1	1.Чтение учебного пособия Р.П.Шпаковский «Техническая термодинамика» - НГТУ, Н.Новгород, 2009. - С.72-90; учебника для вузов А.П.Баскаков «Теплотехника», М.: Энергоиздат, 1982. – С. 32-44; О.М.Рабинович. «Сборник задач по технической термодинамике» -М., Машиностроение, 1973.-С.67-108	12
		2.Работа с основными понятиями.	1
		3. Работа с вопросами для самоконтроля.	1
		4. Подготовка к тестированию.	2
		5. Решение задач для самостоятельной работы.	3

6	Тема 6.1	1.Чтение учебного пособия Р.П.Шпаковский «Техническая термодинамика» - НГТУ, Н.Новгород, 2009. - С.90-124; учебника для вузов А.П.Баскаков «Теплотехника», М.: Энергоиздат, 1982. - С.36-42; О.М.Рабинович. «Сборник задач по технической термодинамике» -М., Машиностроение, 1973.-С.176-208 2. Работа с основными понятиями. 3. Работа с вопросами для самоконтроля. 4. Подготовка к тестированию. 5. Решение задач для самостоятельной работы.	13 1 1 2 3
7	Тема 7.1	1.Чтение учебного пособия Р.П.Шпаковский «Техническая термодинамика» - НГТУ, Н.Новгород, 2009. - С.50-54; учебника для вузов А.П.Баскаков «Теплотехника», М.: Энергоиздат, 1982. – С.47-50, 54-58.; О.М.Рабинович. «Сборник задач по технической термодинамике» -М., Машиностроение, 1973.-С.133-149 2.Работа с основными понятиями. 3. Работа с вопросами для самоконтроля. 4. Подготовка к тестированию. 5. Решение задач для самостоятельной работы. 5. Оформление отчета о лабораторной работе. 6.Подготовка к собеседованию по обозначенным вопросам.	10 1 1 2 3 1 2
8	Тема 8.1	1.Чтение учебного пособия Р.П.Шпаковский «Техническая термодинамика» - НГТУ, Н.Новгород, 2009. - С.125-137; учебника для вузов А.П.Баскаков «Теплотехника», М.: Энергоиздат, 1982. - С.60-71; О.М.Рабинович. «Сборник задач по технической термодинамике» -М., Машиностроение, 1973.-С.230-237. 2.Работа с основными понятиями. 3. Работа с вопросами для самоконтроля. 4. Подготовка к тестированию. 5. Решение задач для самостоятельной работы.	8 1 1 2 3
9	Тема 9.1	1.Чтение курса лекций (учебного пособия) Р.П.Шпаковский «Техническая термодинамика» - НГТУ, Н.Новгород, 2009. - С.167-177; учебника для вузов А.П.Баскаков «Теплотехника», М.: Энергоиздат, 1982. – С.28-29. 2. Работа с основными понятиями 3. Работа с вопросами для самоконтроля. 5. Подготовка к тестированию.	8 1 1 2

6.2. Список литературы для самостоятельной работы

№ пп	Наименование источника
1	Шпаковский Р.П. Техническая термодинамика: учебное пособие для вузов.- НГТУ, Н.Новгород, 2009.-251 с.
2	Теплотехника: учебник для вузов/ Баскаков А.П. [и др.]; под ред. А.П.Баскакова.- М.: Энергоиздат, 1982. – 264 с.
3	Рабинович О.М. Сборник задач по технической термодинамике: учебное пособие.- М., Машиностроение, 1973.-344 с.

6.3. Методическое сопровождение самостоятельной работы:

Самостоятельная работа по дисциплине регламентируется следующими разработками:

1.Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_organiz_samoct_rab.pdf?20.

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине Б1.В.ДВ.2.2 «Термодинамика»

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Этапы формирования компетенций (с указанием дисциплин, формирующих компетенции совместно с дисциплиной Б1.В.ДВ.2.2 «Термодинамика») отражены в разделе 3 (табл. 3.1 и 3.2). Зная этапы формирования компетенций и место дисциплины Б1.В.ДВ.2.2 «Термодинамика» в этой ценностной цепочке, создаем систему оценки уровней сформированности компетенций и результатов обучения по данной дисциплине. Для этого планируем результаты обучения (знать, уметь и владеть) оцениваем, применив определенные критерии оценки, для чего формируем шкалу и процедуры оценивания (табл. 7.1).

Для каждого результата обучения выделяем 4 критерия, соответствующих степени сформированности данной компетенции (или ее части).

Таблица 7.1. – Шкалы оценивания на этапе промежуточной аттестации по дисциплине

№ пп	Наименование этапа	Технология оценивания	Шкала (уровень) оценивания (j -уровень оценивания)				Этапы контроля
			Ниже порогового К1	Пороговый К2	Углубленный К3	Продвинутый К4	
1	Усвоение материала дисциплины	Знаниевая компонента	Отсутствие усвоения	Не полное усвоение	Хорошее усвоение	Отличное усвоение	Диф.зачет
		Деятельностная компонента (Задачи, задания)	Задачи для самостоятельной работы не решены	Задачи для самостоятельной работы решены после исправления замечаний	Задачи для самостоятельной работы в целом решены. Решение сопровождается пояснениями	Задачи для самостоятельной работы решены без ошибок с пояснениями и выводами	

Критерии для определения уровня сформированности компетенций в рамках дисциплины при промежуточной аттестации дифференцированный зачет:

Знаниевый компонент (знания) включает в себя планирование знаний на следующих уровнях:

- уровень знакомства с теоретическими основами - З₁;
- уровень воспроизведения - З₂;
- уровень извлечения новых знаний - З₃.

Деятельностный компонент (умения и навыки) планируется на следующих уровнях:

- умение решать типовые задачи с выбором известного метода, способа - У₁;
- умение решать задачи путем комбинации известных методов, способов - У₂;
- умение решать нестандартные задачи - У₃.

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания (табл. 7.2)

Таблица 7.2 – Показатели достижений заданного уровня освоения компетенций в зависимости от этапа формирования

Планируемые результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения				Процедуры оценивания
	1.Отсутствие усвоения	2.Не полное усвоение	3.Хорошее усвоение	4.Отличное усвоение	
ЗНАТЬ ОПК-1					
З1 - знакомство с теоретическими основами термодинамики	Не знает теоретические основы термодинамики	Знает не в полном объеме теоретические основы термодинамики	Знает почти в полном объеме теоретические основы термодинамики	Знает в полном объеме теоретические основы термодинамики	Тестирование, решение задач для самостоятельной работы
З2 - возможность воспроизведения основных законов и принципов термодинамики	Не способен воспроизвести основные законы термодинамики	Знает отдельные положения	Знает и может воспроизвести почти в полном объеме основные законы и соотношения термодинамики	Уверенно может воспроизвести почти в полном объеме основные законы и соотношения термодинамики	Тестирование, решение задач для самостоятельной работы
З3 - возможность уверенно извлекать из памяти основные законы и соотношения термодинамики	Не способен к такой возможности	Способен частично извлекать из памяти основные законы и соотношения термодинамики	В основном достаточно уверенно находится на данном уровне	Уверенно находится на данном уровне	Решение задач для самостоятельной работы
УМЕТЬ ОПК-1					
У1 - уметь решать типовые задачи	Не может решать типовые задачи	Способен частично	В основном достаточно уверенно находится на данном уровне	Уверенно находится на данном уровне	Решение задач для самостоятельной работы
У2 - уметь решать задачи путем комбинации известных методов, способов	Не может решать задачи путем комбинации известных методов, способов	Может предложить путь решения задачи	Может в основном найти решение такого рода задачи	Может использовать рациональное решение поставленной задачи	Решение задач для самостоятельной работы
У3 - уметь оценивать результаты, полученные при решении задач	Не может оценивать результаты, полученные при решении задач	Может оценивать отдельные результаты, полученные при решении задач	Может в основном оценивать результаты решения задач	Может в полном объеме оценивать результаты решения задач	Решение задач для самостоятельной работы
ЗНАТЬ ПК-20					

31- знать методики эксперимента и обработки данных	Не знает методики эксперимента и обработки данных	Знает не в полном объеме методики эксперимента и обработки данных	Знает почти в полном объеме методики эксперимента и обработки данных	Знает в полном объеме методики эксперимента и обработки данных	Отчеты о лабораторных работах, собеседование
32- воспроизводить методики эксперимента и обработки данных	Не может воспроизводить методики эксперимента и обработки данных	Слабо воспроизводит методики эксперимента и обработки данных	В основном воспроизводит методики эксперимента и обработки данных	Хорошо воспроизводит методики эксперимента и обработки данных	Отчеты о лабораторных работах, собеседование
33- уверенно извлекать из памяти методики эксперимента и обработки данных	Не может уверенно извлекать из памяти методики эксперимента и обработки данных	Не уверенно извлекает из памяти методики эксперимента и обработки данных	В основном уверенно извлекать из памяти методики эксперимента и обработки данных	Уверенно извлекать из памяти методики эксперимента и обработки данных	Отчеты о лабораторных работах, собеседование
Уметь ПК-20					
У1- уметь анализировать результаты экспериментов	Не умеет анализировать результаты эксперимента	Не уверенно анализирует результаты эксперимента	В основном уверенно анализирует результаты эксперимента	Уверенно анализирует результаты эксперимента	Отчеты о лабораторных работах, собеседование
У2- уметь делать заключения о соответствии результатов цели эксперимента	Не умеет делать заключения о соответствии результатов цели эксперимента	Не уверенно делает заключения о соответствии результатов цели эксперимента	В основном умеет делать заключения о соответствии результатов цели эксперимента	Уверенно умеет делать заключения о соответствии результатов цели эксперимента	Отчеты о лабораторных работах, собеседование
У3- уметь делать рекомендации по совершенствованию методик эксперимента	Не умеет делать рекомендации по совершенствованию методик эксперимента	Не уверенно делает рекомендации по совершенствованию методик эксперимента	В основном умеет делать рекомендации по совершенствованию методик эксперимента	Уверенно умеет делать рекомендации по совершенствованию методик эксперимента	Отчеты о лабораторных работах, собеседование

7.3. Материалы для текущей аттестации

Шкалы оценивания этапа текущей аттестации приведены в табл. 7.3.

Таблица 7.3- Этап текущей аттестации по дисциплине

Вид оценивания аудиторных занятий	Технология оценивания	Шкала (уровень) оценивания на этапе текущего контроля			
		1. Отсутствие усвоения (ниже порога.)	2. Не полное усвоение	3. Хорошее усвоение (углубленный)	4. Отличное усвоение (продвинутый)
1. Работа на лекциях	Выполнение тестов	Выполнение менее 50%	Выполнение выше 50%	Выполнение более 75%	Выполнение более 95%

2.Работа на лабораторных занятиях	Отчеты о лабораторных работах	Работа не выполнена, т.к. материал не усвоен	Работа выполнена, но отчет не полностью соответствует требованиям	Работа выполнена, отчет содержит незначительные недочеты	Работа и отчет выполнены без замечаний
3.Работа на лабораторных занятиях	Собеседование	Отсутствие участия при собеседовании	Единичное высказывание при обсуждении	Активное участие в обсуждении	Высказывание неординарных суждений с обоснованием точки зрения
Оценка:		Неудовлетворительна	Удовлетворительна	Хорошо	Отлично

Критериальная оценка:

Пороговый уровень	оценка «удовлетворительно»	1.2 + 2.2+3.2 или 1.1 + 2.2+3.2
Углубленный уровень	оценка «хорошо»	1.3 + 2.3 +3.3 или 1.2 + 2.3+3.3
Продвинутый уровень	оценка «отлично»	1.4 + 2.4 +3.4 или 1.3 + 2.4+3.4

7.4. Материалы для промежуточной аттестации

Формой промежуточной аттестации по дисциплине является зачет с оценкой.

Шкала оценивания этапа промежуточной аттестации *зачет с оценкой* приведена в табл. 7.4.

Таблица 7.4- Этап промежуточной аттестации по дисциплине «Термодинамика»

Наименование этапа оценивания	Технология оценивания		Шкала (уровень) оценивания (j – уровень оценивания)				
			ниже порогового К1	Пороговый К2	Углубленный К3	Продвинутый К4	Этапы контроля
Выполнение лабораторных работ	Выполнение работ		Невыполнение работ	Выполнение с нарушением рекомендуемых методик работы	Выполнение с соблюдением рекомендуемых методик работы	Выполнение с полным и точным соблюдением рекомендуемых методик работы	Допуск к работам
	Отчеты о лабораторных работах, собеседование		Отсутствие отчетов	Содержание отчета не полностью соответствует требованиям, единичные высказывания при собеседовании	Содержание отчета в целом соответствует требованиям, достаточно активное участие в собеседовании	Содержание отчета полностью соответствует требованиям, отчет содержит выводы по работе,	Отчет о лабораторной работе, собеседование

			Не выполнена лабораторная работа	Неполное усвоение	Хорошее усвоение	Отличное усвоение	Допуск к собеседованию
Задачи для самостоятельной работы			Задачи не решены	Выполнение с недочетами	Выполнение с отдельными незначительными замечаниями.	Выполнение без замечаний	Собеседование по задачам
Усвоение материала	Знаниевая компонента	З	Не выполнение заданий	Неполное усвоение	Хорошее усвоение	Отличное усвоение	Зачет с оценкой
	Деятельностная компонента	У	Отсутствие отчетов о лабораторных работах, задач для самостоятельной работы	Недостаточное умение использовать основные законы и соотношения технической термодинамики	Умение использовать основные законы и соотношения технической термодинамики	Умение использовать основные законы и соотношения технической термодинамики высокого уровне	
Оценка			Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично	

Критериальная оценка

Пороговый уровень	Оценка «удовлетворительно»	$Z_1 + Y_1$ или $Z_2 + Y_1$
Углубленный уровень	Оценка «хорошо»	$Z_2 + Y_2$ или $Z_3 + Y_2$ или $Z_1 + Y_3$
Продвинутый уровень	Оценка «отлично»	$Z_3 + Y_3$ или $Z_2 + Y_3$

Оценки "отлично" заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.

Оценки "хорошо" заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе практические задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Оценка "хорошо" выставляется обучающимся, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

Оценки "удовлетворительно" заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знакомых с основной литературой, рекомендованной программой. Оценка "удовлетворительно" выставляется обучающимся, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

Оценка "неудовлетворительно" выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий. Оценка "неудовлетворительно" ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение

или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательного учреждения без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

7.5. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной деятельности

7.5.1. Конкретная технология оценивания, оценочные средства

Конкретная технология оценивания, в зависимости от вида учебной работы, представлена в табл. 5.2 - 5.5, оценочные средства указаны в табл. 7.5.

Для выполнения процедур оценивания составлен паспорт оценочных средств (табл. 7.5)

Таблица 7.5- Паспорт оценочных средств

№ п/п	Тематика для контроля	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Количество тестовых заданий	Другие оценочные средства	
				вид	количество
1	Тема 1. Введение. Основные понятия термодинамики	ОПК-1, ПК-20	90	Задачи для самостоятельного решения	10
2	Тема 2. I закон термодинамики	ОПК-1, ПК-20		Задачи для самостоятельного решения	10
3	Тема 3. II закон термодинамики. Круговые процессы. Циклы Карно тепловых машин	ОПК-1, ПК-20		Задачи для самостоятельного решения	10
4	Тема 4. Способы определения теплоты процесса	ОПК-1, ПК-20		Задачи для самостоятельного решения	10
5	Тема 5. Термодинамические процессы идеального газа в технике	ОПК-1, ПК-20		Задачи для самостоятельного решения	10
6	Тема 6. Реальные газы. Водяной пар	ОПК-1, ПК-20		Задачи для самостоятельного решения	10
7	Тема 7. Анализ термодинамических процессов в открытых системах	ОПК-1, ПК-20		Задачи для самостоятельного решения	10
8	Тема 8. Циклы паросиловых и газотурбинных установок	ОПК-1, ПК-20		Задачи для самостоятельного решения	10
9	Тема 9. Анализ термодинамически необратимых процессов	ОПК-1, ПК-20			

7.5.2. Комплект оценочных материалов, предназначенных для оценивания уровня сформированности компетенций на определенных этапах обучения

Объектами оценивания выступают (таблица 7.3, 7.5):

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний, уровень овладения практическими умениями и навыками (выполнение лабораторных работ);
- результаты самостоятельной работы (домашняя работа).

Активность студента на занятиях оценивается на основе выполненных студентом работ и заданий, предусмотренных данной рабочей программой дисциплины.

Комплект оценочных материалов для проведения промежуточной аттестации в форме

экзамена включает в себя комплект заданий для текущей и промежуточной аттестации.

7.5.2.1. Комплект оценочных материалов для текущей аттестации

Тесты, проводимые в письменной форме (количество оценочных средств согласно паспорту, таблица 7.5).

Пример тестов по дисциплине (оценочные средства в полном объеме хранятся на кафедре «Химические и пищевые технологии»):

Идеальные газы

1. Назовите основные признаки, которыми наделяется идеальный газ:

- а) Размерами молекул можно пренебречь по сравнению с расстоянием между ними
- б) Молекулы можно рассматривать, как материальные точки
- в) В газе отсутствуют силы притяжения и отталкивания
- г) Все предыдущие ответы верны
- д) Нет верных ответов

2. Фазой называется:

- а) Объект изучения термодинамики
- б) Химически однородная система
- в) Закрытая система, которая не может обмениваться теплотой с окружающей средой
- г) Совокупность физических и химических свойств, характеризующих систему
- д) Совокупность всех частей системы, одинаковых по составу и свойствам и отделенных от других частей системы поверхностями раздела

3. Ограниченная каким – либо образом часть материального мира, которая составляет предмет исследования термодинамики это –

- а) Фаза
- б) Компонент
- в) Система
- г) Поверхность
- д) Процесс

4. Закон Бойля-Мариотта можно представить в виде а) $V_1P_1 = V_2P_2$

- б) $V_1T_1 = V_2T_2$
- в) $v_1/p_1 = v_2/p_2$
- г) $v_1/v_2 = T_1/T_2$
- д) $V_1/V_2 = t_1/t_2$

5. В цилиндре с подвижным поршнем находится $0,6 \text{ м}^3$ воздуха при давлении $0,4 \text{ МПа}$. Как должен измениться объем, чтобы при повышении давления до $0,8 \text{ МПа}$ температура воздуха не изменилась:

- а) $1,2 \text{ м}^3$
- б) $0,53 \text{ м}^3$
- в) $0,6 \text{ м}^3$
- г) $0,2 \text{ м}^3$
- д) $0,3 \text{ м}^3$

6. Закон Гей-Люссака можно представить в виде:

- а) $P/T = \text{const}$
- г) $PV = RT$

б) $V_1/V_2 = T_1/T_2$
в) $V_1P_1 = V_2P_2$

д) $V_1T_1 = V_2T_2$

7. В воздухоподогреватель парового котла подается 130000 м³/ч воздуха при температуре 30°С. Определить объемный расход воздуха на выходе из воздухоподогревателя, если он нагревается до 400°С при постоянном давлении:

- а) 288700 м³/ч
б) 100000 м³/ч
в) 287500 м³/ч
г) 175000 м³/ч
д) 186400

8. Объединенное уравнение Бойля-Мариотта и Гей-Люссака имеет вид:

- а) $P = 1/3nm_0v^2$ г) $PV = nRT$
б) $v_1/v_2 = T_1/T_2$ д) $P_1V_1/T_1 = P_2V_2/T_2$
в) $P_1T_1/V_1 = P_2T_2/V_2$

9. Какой объем воздух занимает при нормальных условиях, если при 200°С и 0,4 МПа $V = 0,2$ м³?

- а) 1,14
б) 0,02
в) 0,82
г) 0,38
д) 0,46

10. Определите удельную газовую постоянную аргона, молекулярная масса которого равна 39,94.

- а) 8,31 Дж/(кг·К)
б) 39,94 Дж/(кг·К)
в) 332,0 Дж/(кг·К)
г) 208,0 Дж/(кг·К)
д) 40,8 Дж/(кг·К)

Газовые смеси

11. Под газовой смесью понимается

- а) Продукт взаимодействия входящих в смесь газов
б) Смесью газов, отличающихся по свойствам от чистых веществ, входящих в смесь
в) Смесью любого газа с воздухом
г) Смесью отдельных газов, не вступающих между собой ни в какие химические реакции, но обладающих теми же свойствами, что и до смешения
д) Идеальная смесь газов, не подчиняющаяся закону Дальтона

12. Давление, которое имел бы каждый газ, входящий в состав смеси, если бы этот газ находился один в том же количестве, в том же объеме и при той же температуре, что и в смеси, называется -

- а) Полным
б) Частичным
в) Парциальным
г) Изохорным
д) Изотермическим

13. Общее давление смеси газов равно сумме парциальных давлений отдельных составляющих смесь газов. Это закон-

- а) Менделеева
- б) Дальтона
- в) Гиббса
- г) Менделеева- Клапейрона
- д) Гей-Люссака

14. Удельную газовую постоянную смеси газов можно определить по формуле:

- а) $R_{см} = \sum m_i R_i$
- б) $R_{см} = 8314 / \sum m_i R_i$
- в) $R_{см} = 8314 / \mu_{см}$
- г) $R_{см}$ для всех смесей одинакова
- д) Нет правильного ответа

Теплота и работа

15. Подводимая извне теплота для рабочего тела открытой системы расходуется на:

- а) Уменьшение энтальпии и совершение технической работы
- б) Увеличение энтропии, кинетической энергии и совершение технической работы
- в) Увеличение энтальпии, кинетической энергии и совершение технической работы
- г) Увеличение энтальпии и совершение технической работы
- д) Уменьшение энтропии, кинетической энергии и совершение технической работы

16. Передачу энергии от одного тела к другому, связанную с изменением объема рабочего тела, называют-

- а) Теплотой
- б) Теплопроводностью
- в) Фазовым переходом
- г) Работой
- д) Расширением

17. Теплота- это

- а) Форма передачи энергии
- б) Метод передачи энергии
- в) Путь передачи энергии
- г) Способ передачи энергии
- д) Нет правильного ответа

18. Удельная внутренняя энергия идеального газа пропорциональна его:

- а) Давлению
- б) Температуре
- в) Объему
- г) Совершаемой работе
- д) Плотности

19. Теплота и работа являются:

- а) Функцией состояния и функцией процесса
- б) Функцией процесса и функцией состояния
- в) Функциями состояния
- г) Функциями процесса
- д) Нет правильного ответа

20. Выражение первого закона термодинамики можно записать:

- а) $Q = \Delta U + L$
- б) $Q = \Delta U - L$
- в) $\Delta U = Q + L$
- г) $L = Q + \Delta U$
- д) $L = \Delta U - Q$

21. Теплоемкость

а). Количество теплоты, которое необходимо сообщить телу, чтобы повысить температуру какой-либо количественной единицы на 1°C , называют:

- а) Температуропроводность
- б) Теплоотдача
- в) Теплопроводность
- г) Теплоемкость
- д) Тепловосприимчивость

22. Закон Майера связывает изохорную и изобарную теплоемкости соотношением:

- а) $C_v = C_p + R$
- б) $C_p = C_v - R$
- в) $R = C_p / C_v$
- г) $C_p = C_v + R$
- д) $C_v + C_p = R$

23. Истинная теплоемкость-это отношение бесконечно малого (элементарного) количества теплоты:

- а) к бесконечно малому (элементарному) изменению температуры
- б) к бесконечно большому изменению температуры
- в) к определенному изменению температуры
- г) к изменению температуры от 0°C до заданной температуры
- д) нет верного ответа

24. Нелинейную зависимость истинной теплоемкости от температуры представляют обычно уравнением вида:

- а) $C = a - bT - dT^2$
- б) $C = a - T$
- в) $C = a + bT + dT^2$
- г) $C = a + b/2(T_1 + T_2)$
- д) $C = a + bT^{-1} + dT^2$

25. Для большинства веществ с увеличением температуры теплоемкость:

- а) линейно убывает
- б) линейно возрастает
- в) нелинейно возрастает
- г) остается постоянной
- д) нет правильного ответа

Второй закон термодинамики. Цикл Карно

26. Выберите неверную формулировку 2 закона термодинамики:

- а) Не возможен циклический процесс, единственным результатом которого было бы превращение всей теплоты, полученной от источника, в работу
- б) Вечный двигатель второго рода невозможен
- в) Теплота не может переходить сама собой от более холодного тела к более горячему
- г) В самопроизвольных процессах, происходящих без изменения энергии, энтропия уменьшается
- д) Второй закон термодинамики определяет направление, в котором протекают процессы, устанавливает условия преобразования тепловой энергии в механическую, определяет максимальное значение работы, которая может быть произведена тепловым двигателем.

27. Обобщенным (регенеративным) циклом Карно называется:

- а) Цикл, в котором принимают участие регенераторы теплоты
- б) Регенеративный обратимый цикл, состоящий из двух изотерм и двух любых произвольных эквидистантных кривых
- в) Цикл, в котором один из процессов является необратимым
- г) Цикл Карно в обратном направлении
- д) нет правильного ответа

28. При каких условиях работа в цикле Карно максимальна:
- а) Когда температура рабочего тела равна температуре теплоотдатчика и когда наименьшая температура рабочего тела равна температуре теплоприемника
 - б) Когда система находится в равновесии с окружающей средой
 - в) Когда температуры рабочего тела равны, т.е. $T_1 = T_2$
 - г) Когда совершается необратимый процесс
 - д) При переходе системы из равновесного состояния в неравновесное
29. Работа в тепловом двигателе совершается за счет:
- а) Подводимой теплоты
 - б) Увеличения энтальпии рабочего тела
 - в) Увеличения объема рабочего тела
 - г) Уменьшения энтальпии рабочего тела
 - д) Нет правильного ответа
30. При каком процессе сжатия затрачивается минимальная работа:
- а) Изотермическом
 - б) Адиабатическом
 - в) Политропном
 - г) При всех процессах работа одинакова
 - д) Работа не зависит от характера процесса сжатия
31. В многоступенчатом компрессоре по сравнению с одноступенчатым:
- а) Выше скорость сжатия
 - б) Меньше работа сжатия
 - в) Больше объем сжимаемого газа
 - г) Меньше размеры компрессора
 - д) Нет правильного ответа

Процессы идеального газа

32. Какое соотношение параметров в изотермическом процессе верно:
- а) $P_1/P_2 = V_2/V_1$
 - б) $P_1/P_2 = V_1/V_2$
 - в) $T_1/T_2 = V_1/V_2$
 - г) $P_1 \cdot v_1^n = P_2 \cdot v_2^n$
 - д) $T_1/T_2 = V_2/V_1$
33. При изотермическом сжатии:
- а) давление газа падает
 - б) давление и температура не изменяются
 - в) изменяется внутренняя энергия
 - г) давление газа возрастает
 - д) объем увеличивается
34. Поверхность, соединяющую все точки с одинаковой температурой, называют:
- а) изохорной
 - б) адиабатической
 - в) изобарной
 - г) политропной
 - д) изотермической
35. Работа адиабатного процесса расширения газа совершается
- а) За счет уменьшения внутренней энергии
 - б) За счет теплоты, поступающей извне
 - в) За счет изменения объема
 - г) За счет возрастания температуры газа

д) За счет изменения давления

36. Чему равен показатель адиабаты в адиабатном процессе:

а) $k = C_v/(C_v+R)$

б) $k = C_v/C_p$

в) б) $k = R/C_v - 1$

г) $k = 1.4$

д) $k = 1 + R/C_v$

37. В изобарном процессе при расширении газа:

а) его температура уменьшается

б) его температура увеличивается

в) температура уменьшается, а объем увеличивается

г) температура и объем уменьшаются

д) нет правильного ответа

38. Показатель политропы для изобарного процесса равен:

а) $R/(k-1)$

б) k

в) бесконечности

г) нулю

д) единице

39. При нагревании газа в изохорном процессе подводимое тепло расходуется на:

а) изменение размеров системы

б) изменение внутренней энергии системы

в) изменение массы системы

г) изменение объема

д) совершение работы

40. Политропный процесс идеального газа протекает при постоянной

а) энтропии

г) теплоте

б) энтальпии

д) работе

в) удельной теплоемкости политропного процесса

41. В каких частных случаях политропного процесса внутренняя энергия рабочего тела при подводе теплоты увеличивается:

а) изотермическом и изобарном

б) адиабатном и изохорном

в) изотермическом и изохорном

г) изобарном и изохорном

д) адиабатном и изохорном

Реальные газы. Пары

42. Реальные газы-это:

а) Газы, полностью подчиняющиеся законам Бойля – Мариотта и Гей Люссака

б) Газы, в которых отсутствуют силы взаимного притяжения и отталкивания между молекулами, а объем самих молекул пренебрежительно мал по сравнению с объемом самого газа

в) Газы при высоких температурах и малых давлениях

г) Газы, молекулы которых имеют собственные конечные объемы и связаны между собой силами взаимодействия, имеющими электромагнитную и квантовую природу

д) Нет правильного ответа

43. Постоянная «а» в уравнении Ван дер Вальса учитывает:

- а) Собственный объем молекул
- б) Температуру газа
- в) Скорость движения молекул
- г) Траекторию движения молекул
- д) Силы взаимодействия молекул

44. Постоянная «в» в уравнении Ван дер Вальса учитывает:

- а) Собственный объем молекул
- б) Температуру газа
- в) Скорость движения молекул
- г) Траекторию движения молекул
- д) Силы взаимодействия молекул

45. Уравнение Вукаловича-Новикова является уравнением состояния:

- а) Идеального газа
- б) Совершенного раствора
- в) Водяного пара
- г) Реального газа
- д) Нет правильного ответа

46. Перегретым называют пар, имеющий:

- а) При данном давлении более высокую температуру, чем сухой насыщенный пар
- б) При данной температуре более высокое давление, чем сухой насыщенный пар
- в) Температуру ниже температуры кипения жидкости
- г) При данной температуре меньший объем, чем сухой насыщенный пар
- д) Нет правильного ответа

47. Цикл Ренкина отличается от цикла Карно

- а) Применением перегретого пара
- б) Конденсацией рабочего тела
- в) Нагревом рабочего тела
- г) Применением влажного пара
- д) Нет правильного ответа

Термодинамически необратимые процессы

48. При дросселировании происходит:

- а) Увеличение энтальпии и уменьшение удельного объема
- б) Уменьшение энтропии и увеличение внутренней энергии
- в) Увеличение давления и работоспособности
- г) Увеличение энтропии и уменьшение работоспособности
- д) Уменьшение энтальпии и увеличение работоспособности

49. Водяной пар при давлении 18 бар и температуре 250°C дросселируется до 10 бар. Определить температуру пара после дросселирования.

- а) 300°C
- б) 370°C
- в) 234°C
- г) 117°C
- д) Нет правильного ответа

Вопросы для собеседования при сдаче отчетов о лабораторных работах (пример)

Лабораторная работа 1 «Измерение работы расширения газа в изобарном процессе, определение газовой постоянной и проверка 1 закона термодинамики»

1. Уравнения состояния идеального газа для 1 кг, 1 кмоль и произвольной массы газа.
2. Физический смысл универсальной и удельной газовой постоянной.
3. При каких условиях уравнение состояния идеального газа может быть использовано для расчетов процессов реальных газов?
4. В чем состоят отличия реального и идеального газа?
5. Параметры нормальных физических условий.
6. Чему равен мольный объем идеального газа при нормальных условиях?
7. Как найти конечные параметры газа, если известны начальные и масса газа в процессе не изменялась?
8. Выражения I закона термодинамики для закрытой системы.
9. Расчет изменения внутренней энергии и теплоты процесса идеального газа.
10. Почему в изобарном процессе идеального газа отношение работы расширения к теплоте процесса остается постоянным?

Пример индивидуального задания (задачи для самостоятельной работы)

1. Дутьевой вентилятор подает в топку парового котла 102000 м³/ч воздуха при температуре 300°C и давлении 20,7 кПа. Давление воздуха измеряется вакууметром. Барометрическое давление воздуха в помещении 100,7 кПа. Определить часовую производительность вентилятора при нормальных условиях.

2. Найти количество теплоты, необходимое для нагрева 1 м³ (при нормальных условиях) газовой смеси состава (по объему): CO₂ – 14,5%, O₂ – 6,5%, N₂ – 79,0% от 200 до 1200 °C при постоянном давлении. Зависимость теплоемкости от температуры считать нелинейной.

3. 1 кг азота сжимается по адиабате так, что его объем уменьшается в 6 раз, а затем при постоянном объеме давление повышается в 1,5 раза. Найти общее изменение энтропии. Теплоемкость считать постоянной.

4. Найти количество теплоты, затрачиваемой на получение 5000 кг/ч водяного пара при давлении 1,8 МПа и степени сухости 0,9, если температура питательной воды равна 40 °C.

5. Паровая турбина мощностью 25 МВт работает при начальных параметрах p₁=3,5 МПа и t₁=400 °C. Конечное давление пара p₂=0,004 МПа. Определить часовой расход топлива при полной нагрузке паровой турбины, если к.п.д. котельной установки η_{к.у.}=0,82, теплота сгорания топлива Q_н^p=41870 кДж/кг, а температура питательной воды равна 88 °C. Считать, что турбина работает по циклу Ренкина.

7.5.2.2. Комплект оценочных материалов для промежуточной аттестации

Перечень вопросов к зачету с оценкой

3 курса по дисциплине «Термодинамика»

-основы термодинамического анализа: понятия термодинамической системы, параметров термодинамического состояния и термодинамического процесса; энтальпии, располагаемой работы;

- I закон термодинамики для закрытой термодинамической системы;

- I закон термодинамики для закрытой термодинамической системы;

- I закон термодинамики для открытой термодинамической системы;

- определение теплоты из уравнения энергобаланса, определение теплоты через термические координаты: абсолютную температуру и энтропию

-определение теплоты через теплоёмкость процесса; виды теплоёмкостей; формула Майера;

-виды энергоносителей и основные процессы с ними; основные соотношения и базовые процессы идеального газа;

- исследование политропных процессов идеального газа;
- основные термодинамические свойства реальных газов и паров;
- основные термодинамические характеристики водяного пара, основные процессы с водяным паром;
- методы термодинамического анализа процессов преобразования энергии и анализ термодинамических процессов в открытых системах;
- применение первого закона термодинамики для потока к различным видам теплотехнического оборудования; термодинамический анализ работы компрессора;
- дресселирование газов и паров;
- учение Карно о тепловых машинах; формулировки второго закона термодинамики, связанные с вопросами преобразования теплоты в работу;
- циклы тепловых машин, прямые циклы, обратные циклы. Понятия и основные характеристики термодинамической эффективности работы холодильных машин и тепловых насосов;
- базисный цикл ПТУ (Ренкина), схема соответствующей установки; выражение и вывод КПД цикла Ренкина;
- виды и анализ типичных необратимых процессов; потеря полезной работы в диссипативных (термодинамически необратимых) процессах; пути уменьшения этих потерь;

7.6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Методические материалы представлены ниже:

- Положение о фонде оценочных средств для установления уровня сформированности компетенций обучающихся и выпускников на соответствие требованиям ФГОС ВО от 5 декабря 2014г. http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/norm_dokym_ngty/pologo_fonde_ocen_sredstv.pdf;

- Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся НГТУ http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/norm_dokym_ngty/polog_kontrol_yspev.pdf.

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

Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б.1.В.ДВ.2.2 Термодинамика <i>(полное название дисциплины)</i>	Б1.В Вариативная часть							
	<input checked="" type="checkbox"/> обязательная по выбору студента	<input checked="" type="checkbox"/> базовая часть цикла <input checked="" type="checkbox"/> вариативная часть цикла						
15.03.04 <i>(код направления / специальности)</i>	Автоматизация технологических процессов и производств <i>(полное название направления подготовки / специальности)</i>							
АТПП <i>(аббревиатура направления / специальности)</i>	Уровень подготовки <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td style="text-align: center;">x</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"> </td></tr> </table>		x		Форма обучения <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td style="text-align: center;">x</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"> </td></tr> </table>		x	
x								
x								
2019 <i>(год утверждения учебного плана ОПОП)</i>	Курс <u>3</u>	Количество групп <u>1</u> Количество студентов <u>15</u>						

Составитель программы:

1) Пастухова Г.В. Дзержинский политехнический институт, кафедра «Химические и пищевые технологии», тел. 34-67-37

СПИСОК ИЗДАНИЙ

№ пп	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляро в библиотеке
1	2	3
1 Основная литература		
1	Теплотехника: Учебник для вузов/ Баскаков А.П. [и др.]; под ред. А.П.Баскакова.- М.: Энергоиздат, 1982. – 264 с.	8
2	Шпаковский Р.П.. Техническая термодинамика. Учеб пособие для вузов. Н.Новгород: НГТУ. 2009. – 251с	396
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	Ривкин С.Л. Термодинамические свойства воздуха и продуктов сгорания топлив. Справочник. М.: Энергоатомиздат, 1984. – 104 с.	3
2	Ривкин С.Л. Термодинамические свойства воды и водяного пара. Справочник. М. : Энергоатомиздат, 1985. -80 с.	7
3	Александров А.А. Термодинамические основы циклов паротурбинных установок. Учеб. пособие для вузов., М., Изд.дом МЭИ, 2006.-158 с.	2
4	Синявский Ю.В Сборник задач по курсу Теплотехника. СПб.: ГИОРД, 2010.-128 с.	35
6	Рабинович О.М. Сборник задач по технической термодинамике. – М.: Машиностроение, 1973. – 344 с.	34

Основные данные об обеспеченности на

(дата составления рабочей программы)

основная литература обеспечена не обеспечена

дополнительная литература обеспечена не обеспечена

Данные об обеспеченности на

(дата составления рабочей программы)

основная литература обеспечена не обеспечена

дополнительная литература обеспечена не обеспечена

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

9.1. Ресурсы системы федеральных образовательных порталов:

1. Федеральный портал. Российское образование. <http://www.edu.ru/>

2. Российский образовательный портал. <http://www.school.edu.ru/default.asp>

3. Естественный научно-образовательный портал. <http://www.en.edu.ru/>
 4. Федеральный правовой портал. Юридическая Россия. <http://www.law.edu.ru/>
 5. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. <http://www.ict.edu.ru/>
 6. Федеральный образовательный портал. Социально-гуманитарное и политическое образование. <http://www.humanities.edu.ru/>
 7. Российский портал открытого образования. <http://www.openet.edu.ru/>
 8. Федеральный образовательный портал. Инженерное образование. <http://www.techno.edu.ru/>
 9. Федеральный образовательный портал. Здоровье и образование. <http://www.valeo.edu.ru/>
 10. Федеральный образовательный портал. Международное образование. <http://www.international.edu.ru/>
 11. Федеральный образовательный портал. Непрерывная подготовка преподавателей. <http://www.neo.edu.ru/wps/portal>
 12. Государственное учреждение «Центр исследований и статистики науки» ЦИСН. Официальный сайт: <http://www.csr.ru/about/default.htm>.
 13. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики РФ. Электронный ресурс: <http://www.gks.ru>.
- Зарубежные сетевые ресурсы
14. Архив научных журналов издательства <http://iopscience.iop.org/> и т.д.

9.2. Научно-техническая библиотека НГТУ им. Р.Е. Алексева **<http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/bibl.html>**

9.2.1. Электронные библиотечные системы

Электронно-библиотечная система ООО «Издательство Лань»:

Электронный каталог книг <http://library.nntu.nnov.ru/>

Электронный каталог периодических изданий <http://library.nntu.nnov.ru/>

Информационная система доступа к каталогам библиотек сферы образования и науки ЭКБСОН <http://www.vlibrary.ru/>

Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE НГТУ»
http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub

Электронная библиотека "Айбукс" <http://ibooks.ru/>

Реферативные наукометрические базы

Web of Science http://apps.webofknowledge.com/UA_GeneralSearch_input.do

Scopus <http://www.scopus.com/>

Реферативные журналы http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/resyrs/ref_gyrnal_14.htm

ГОСТы Нормы, правила, стандарты и законодательство России

<http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/resyrs/norma.htm>

База данных гостей РосИнформ Вологодского ЦНТИ

http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/resyrs/baza_gost.htm

Бюллетени новых поступлений литературы в библиотеку

<http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/index.htm>

Ресурсы Интернет <http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/index.htm>

Персональные библиографические указатели ученых НГТУ

http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/bibl_ych.html

Доступ онлайн

Научные журналы НЭИКОН

ЭБС BOOK.ru.

База данных зарубежных диссертаций "ProQuestDissertation&ThesesGlobal"

ЭБС ZNANIUM.COM

ЭБС издательства "Лань"

ЭБС "Айбукс"

База данных Scopus издательства Elsevier; База данных WebofScienceCoreCollection
База данных Polpred.com Обзор СМИ
Электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/news.html>

9.3. Центр дистанционных образовательных технологий НГТУ им. Р.Е. Алексева

Электронная библиотека http://cdot-nntu.ru/?page_id=312

9.4 Научно-техническая библиотека ДПИ НГТУ <http://http://www.dpi-ngtu.ru/>

9.4.1. Электронные библиотечные системы

Электронно-библиотечная система ООО «Издательство Лань»: <http://e.lanbook.com/>

Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ» <http://biblio-online.at/home?1>

Информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам»

<http://window.edu.ru/catalog/>

ГОСТы Нормы, правила, стандарты и законодательство России <http://gost-rf.ru/>

Электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

9.4.2. Информационные ресурсы библиотеки ДПИ НГТУ

Электронный каталог - локально

Электронная библиотека - локально

База выполненных запросов - локально

Реферативные журналы Falcon 2.0 - локально

Справочно-поисковая система «КонсультантПлюс» - локально

Виртуальная выставка трудов преподавателей ДПИ НГТУ <http://www.dpi-ngtu.ru/aboutlibrary/1115—2015>

Виртуальная выставка трудов преподавателей ДПИ НГТУ (Архив) <http://www.dpi-ngtu.ru/aboutlibrary/862-virtvistavkaprepodpingtu>

Библиографические указатели преподавателей ДПИ НГТУ <http://www.dpi-ngtu.ru/aboutlibrary/798-biblukazateliprepodovdpi>

<http://www.dpi-ngtu.ru/aboutlibrary/798-biblukazateliprepodovdpi>

Бюллетень новых поступлений http://dpi-ngtu.ru/doc_for_load/novie_postuplenia.pdf

Периодические издания: «Периодические издания ДПИ НГТУ»; «Сводный список журналов»;

«Журналы в интернете» <http://www.dpi-ngtu.ru/aboutlibrary/periodizdaniya>

Виртуальные выставки <http://www.dpi-ngtu.ru/aboutlibrary/virtvistavki>

Научно-техническая библиотека НГТУ им. Р.Е. Алексева

<http://www.nntu.rii/RUS/biblioteka/bilt.html>

9.4.3. Интернет-ресурсы <http://www.dpi-ngtu.ru/aboutlibrary/resources>

Официальные сайты

Образовательные ресурсы

Библиотеки в интернете

Патенты и стандарты

Информационные центры

Энциклопедии, справочники, словари

9.4.4. Материалы в помощь студентам: <http://www.dpi-ngtu.ru/aboutlibrary/resources>

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

10.1. Методические рекомендации, разработанные преподавателями:

Сост. Пастухова Г.В., Чубенко М.Н.. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Термодинамика» для студентов направления подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств». ДПИ НГТУ, Дзержинск, 2019. - 42 с.

Сост. Шпаковский Р.П. Термодинамика процессов идеального газа. Методические

указания к практическим занятиям и самостоятельной работе по разделу курсовой (или контрольной) работы по дисциплинам «Термодинамика», «Техническая термодинамика и теплотехника».-Дзержинск, 2015.

Сост. Шпаковский Р.П. Водяной пар. Паротурбинная установка. Методические указания к самостоятельной работе по дисциплинам «Термодинамика», «Техническая термодинамика и теплотехника». – Дзержинск, 2015.

10.2. Методические рекомендации НГТУ им. Р.Е.Алексеева:

- Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_aydit_rab.pdf?20. Дата обращения 23.09.2015.
- Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_organiz_samost_rab.pdf?20. Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес: http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf.
- Учебное пособие «Организация аудиторной работы в образовательных организациях высшего образования», Ивашкин Е.Г., Жукова Л.П., 2014 г. Электронный адрес: http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/organizaciya-auditornoj-raboty.pdf.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Дисциплина, относится к группе дисциплин, в рамках которых предполагается использование информационных технологий как вспомогательного инструмента.

Информационные технологии применяются в следующих направлениях: при подготовке отчетов о лабораторных работах и индивидуальном практическом задании, оформлении отчетов о лабораторных работах. При осуществлении образовательного процесса студентами и ППС используется следующее программное обеспечение:

- Microsoft Office;
- Портал электронного обеспечения НГТУ и др.

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

1	Наименование аудитории	Площадь, м ²	Количество посадочных мест
2305	Аудитория лекционных занятий	54	30
2202	Лаборатория	54	15
3107	Лаборатория	60	25
1436	Компьютерный класс	40	12

№ ауд	Наименование специализированных аудиторий и лабораторий	Перечень основного оборудования
2305	Аудитория лекционных занятий	Мультимедийное оборудование
2202	Лаборатория	Лабораторные установки по изучению свойств идеальных газов и водяного пара, термостат, манометры, термометры
3107	Лаборатория	Двухступенчатый поршневой компрессор с водяным охлаждением, манометры, амперметр, вольтметр
1436	Компьютерный класс	Персональные компьютеры 12 шт.