

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Баламирзоев Назим Лиодинович  
Должность: Врио ректора  
Дата подписания: 28.03.2022 12:05:53  
Уникальный программный код:  
b261c06f25acbb0d1e6de5fc04abdfed0091d138

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Дагестанский государственный технический университет»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина Теплотехника  
(наименование дисциплины по ОПОП)

для направления (специальности) 19.03.04 «Технология продукции и  
организация общественного питания»  
(код и полное наименование направления (специальности))

по профилю (специализации, программе) «Технология и организация  
ресторанного сервиса»

факультет Технологический  
(наименование факультета, где ведется дисциплина)

кафедра Теоретической и общей электротехники  
(наименование кафедры, за которой закреплена дисциплина)

Форма обучения очная, очно-заочная, заочная, курс 3 семестр (ы) 5  
(очная, очно-заочная, заочная)

г. Махачкала 2021 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 19.03.04 «Технология продукции и организация общественного питания», с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по направлению «Технология продукции и организация общественного питания» и профилю подготовки «Технология и организация ресторанного сервиса».

Разработчик

  
(подпись)

Хазамова М.А., к.т.н., доцент

(ФИО, уч. степень, уч. звание)

«17» 05 2021 г.

Зав. кафедрой ТиОЭ

  
(подпись)

Исмаилов Т.А., д.т.н., профессор

«17» 05 2021 г.

Программа одобрена на заседании выпускающей кафедры ТПОПиТ от 19.05 года, протокол № 9.

Зав. выпускающей кафедрой ТПОПиТ

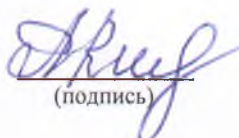
  
(подпись)

Демирова А.Ф., д.т.н., доцент

«19» 05 2021 г.

Программа одобрена на заседании Методической комиссии направления 19.03.04 «Технология продукции и организация общественного питания» Технологического факультета от 20.05.21 года, протокол № 9.

Председатель Методической комиссии факультета

  
(подпись)

Харламова А.Р.

(ФИО, уч. степень, уч. звание)

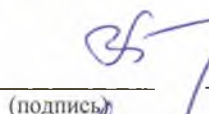
«20» 05 2021 г.

Декан факультета

  
(подпись)

Абдулхаликов З.А., к.т.н.

Начальник УО

  
(подпись)

Магомаева Э.В.

И.о. проректора по учебной работе

  
(подпись)

Баламирзоев Н.Л., к.э.н., доцент

### 1. Цели и задачи освоения дисциплины.

Целью освоения дисциплины «Теплотехника» является приобретение знаний, теоретическая и практическая подготовка будущих бакалавров по методам получения, преобразования, передачи и использования тепловой энергии в такой степени, чтобы они могли выбирать и при необходимости эксплуатировать теплотехническое оборудование в индустрии питания.

Задача изучения дисциплины: сформировать у студентов четкие представления о закономерностях распространения теплоты в различных средах, подготовить бакалавров к усвоению основных положений теории тепломассообмена, необходимых для изучения последующих специальных дисциплин,

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Теплотехника» относится к обязательной части учебного плана и непосредственно связана с дисциплинами «Физика», «Математика», «Химия»

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

Код компетенции	Наименование компетенции	Наименование показателя оценивания (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ОПК-3	Способен использовать знания инженерных процессов при решении профессиональных задач в эксплуатации современного технологического оборудования и приборов	<i>ОПК-3.1.</i> Применяет знания инженерных наук в области эксплуатации современного технологического оборудования, приборов и механизмов, используемых в индустрии питания <i>ОПК-3.2.</i> Использует знания инженерных наук при проектировании и техническом оснащении предприятий индустрии питания

### 4. Объем и содержание дисциплины (модуля)

Форма обучения	очная	заочная	очно-заочная
Общая трудоемкость по дисциплине (ЗЕТ/ в часах)	2/72	2/72	2/72
Лекции, час	17	4	9
Практические занятия, час	17	4	9
Лабораторные занятия, час	-	-	-
Самостоятельная работа, час	38	60	54
Курсовой проект (работа), РГР, семестр	-	-	-
Зачет (при заочной форме 4 часа отводится на контроль)	Зачет	4 ч – контроль	Зачет
Часы на экзамен (при очной, очно-заочной формах 1 ЗЕТ – 36 часов, при заочной форме 9 часов - контроль)	-	-	-

#### 4.1. Содержание дисциплины (модуля)

№ п/п	Раздел дисциплины, тема лекции и вопросы (5 семестр)	Очная форма				Заочная форма				Очно-заочная форма			
		ЛК	ПЗ	ЛБ	СР	ЛК	ПЗ	ЛБ	СР	ЛК	ПЗ	ЛБ	СР
1	Лекция № 1. Тема «Теплотехника как теоретическая основа энергетики. Основные понятия» 1. Предмет теплотехники и ее задачи 2. Основные понятия и определения термодинамики. 3. Газовые смеси. 4. Теплоемкость и ее виды.	2	4	-	5								
2	Лекция № 2. Тема: «Законы термодинамики» Принцип однозначности внутренней энергии как основа первого закона термодинамики. Основные формулировки и аналитическое выражение 1-го закона термодинамики. Энтальпия. Математическое выражение и основные формулировки 2-го закона термодинамики. Энтропия. Цикл Карно. Общие вопросы исследования термодинамических процессов рабочих тел.	2	2	-	5	1	1	-	15	2	2	-	13
3	Лекция № 3. Тема: «Термодинамические процессы в реальных газах и парах» Водяной пар и его роль в теплотехнике. Основные понятия и определения процессов парообразования Процессы парообразования в PV- и TS-диаграммах. Таблицы водяного пара. Влажный воздух и его основные характеристики. Id-диаграмма влажного воздуха.	2	2	-	4								
4	Лекция № 4. Тема: «Дросселирование газов и паров. Термодинамический анализ процессов в компрессорах» Уравнение первого закона термодинамики для потока газа. Сущность процесса дросселирования. Эффект Джоуля-Томсона. Классификация, устройство и принцип работы компрессоров. Индикаторная диаграмма компрессора. Многоступенчатое сжатие.	2	2	-	4	1	1	-	15	2	2	-	13
5	Лекция № 5. Тема: «Термодинамические основы искусственного охлаждения»	2	2	-	4	1	1	-	15	2	2	-	13

	1. Физические основы получения низких температур. 2. Рабочие вещества холодильных машин (хладагенты) 3. Циклы воздушной, паровой компрессорной и абсорбционной холодильных установок.													
6	Лекция № 6. Тема: «Основы теории тепло- и массообмена» 1. Виды переноса теплоты. Механизм переноса тепла в различных телах. 2. Температурное поле. Градиент температуры. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности и его физический смысл. 3. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности для процессов теплопроводности.	2	2	-	4									
7	Лекция № 7. Тема: «Теплопроводность при стационарном и нестационарном режимах» 1. Теплопроводность плоской, цилиндрической и шаровой стенок. 2. Теплопередача. Уравнение теплопередачи. 3. Методы решения задач нестационарной теплопроводности. 4. Регулярный тепловой режим.	2	2	-	4									
8	Лекция № 8. Тема: «Конвективный теплообмен» 1. Общие понятия и определения: виды конвекции, режимы течения. Уравнение Ньютона-Рихмана. 2. Понятие о пограничном слое. 3. Дифуравнения конвективного теплообмена.	2	1	-	4	1	1	-	15	3	3	-	15	
9	Лекция № 9. Тема: «Теплоотдача при фазовых превращениях» 1. Теплоотдача при кипении. Режимы кипения. 2. Теплоотдача при конденсации. 3. Расчетные зависимости для определения коэффициента теплоотдачи.	1	-	-	4									
<b>Формы текущего контроля успеваемости (5 семестр)</b>		Входная контрольная работа №1 аттестационная 1-3 тема №2 аттестационная 4-6 тема №3 аттестационная 7-9 тема				Входная контрольная работа; Контрольная работа				Входная контрольная работа; Контрольная работа				
<b>Форма промежуточной аттестации (5 семестр)</b>		Зачет				Зачет – 4 часа конт.				Зачет				
<b>Итого (5 семестр)</b>		17	17	-	38	4	4	-	60	9	9	-	54	

### 1.2. Содержание практических занятий

№ п/п	№ лекции из рабочей программы	Наименование практического занятия (5 семестр)	Количество часов			Рекомендуемая литература и методические разработки (№ источника из списка литературы)
			Очно	Заочно	Очно-заочно	
1	2	3	4	5	6	7
1	№1	Параметры состояния. Расчет параметров состояния рабочего тела . Уравнение состояния.	2	1	2	1,2,3,6
2	№1	Газовые смеси. Соотношения между массовыми и объемными долями	2			1,2,3,6
3	№2	Законы термодинамики. Термодинамические процессы в идеальных газах.	2	1	2	1,2,3,4,6
4	№3	Расчет параметров водяного пара с помощью таблиц и диаграмм.	2			1,2,3,6
5	№4	Определение полной работы, затрачиваемой на привод компрессора.	2	1	2	1,2,4,6
6	№5	Циклические процессы холодильных установок. Расчет параметров цикла.	2			1,2,4,6
7	№6	Способы распространения теплоты. Теплопроводность.	2	1	2	1,5,6
8	№7	Теплопередача. Определение коэффициента теплопередачи	2			1,5,6
9	№8	Конвективный теплообмен. Критерий Рейнольдса.	1		1	1,5,6
<b>Итого за 5 семестр</b>			<b>17</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>1,5,6</b>

### 1.3. Тематика для самостоятельной работы студента

№ п/п	Тематика по содержанию дисциплины, выделенная для самостоятельного изучения (5 семестр)	Количество часов			Рекомендуемая литература и источники информации	Форма контроля СРС
		Очно	Заочно	Очно-заочно		
1	3	4	5		6	
1	Основные понятия и определения термодинамики. Предмет и задачи дисциплины. 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.	5			1,2,3,4,5,6	КР, ПЗ
2	Эквивалентность теплоты и работы. Сущность и уравнение первого закона термодинамики. Политропные процессы, их исследование и графическое изображение на диаграммах. Частные случаи политропного процесса: изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный процессы. Сущность второго закона термодинамики и его различные формулировки (Клаузиуса, Томсона, Больцмана, Стерлинга). Цикл Карно, интеграл Клаузиуса. Энтропия, ее физический смысл, изменение в процессах. Изменение энтропии в термодинамических процессах.	5	15	13	1,2,3,4,5,6	КР, ПЗ
3	Водяной пар и его роль в теплотехнике. Основные понятия и определения. Процессы парообразования в PV- и TS-диаграммах. Термодинамические таблицы и диаграммы водяного пара. Is-диаграмма водяного пара. Влажный воздух и его основные	4	15	13	1,2,3,4,5,6	КР, ПЗ

	характеристики. Id-диаграмма влажного воздуха.					
4	Термодинамика потока. Термодинамика газовых потоков. Фазовые переходы в термодинамических системах. Основные уравнения термодинамики газового потока. Располагаемая работа потока. Адиабатное истечение, критическая скорость и максимальный расход идеального газа. Уравнение первого закона термодинамики для потока газа. Сущность процесса дросселирования. Эффект Джоуля-Томсона. Классификация, устройство и принцип работы компрессоров. Индикаторная диаграмма компрессора. Многоступенчатое сжатие.	4			1,2,3,4,5,6	КР, ПЗ
5	Физические основы получения низких температур. Рабочие вещества холодильных машин (хладагенты). Циклы воздушной, паровой компрессорной и абсорбционной холодильных установок.	4			1,2,3,4,5,6	КР, ПЗ
6	Способы распространения теплоты: теплопроводность, конвекция, излучение, их сравнительный анализ. Механизмы передачи теплоты в различных телах. теплопроводность. 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.	4	15	13	1,2,3,4,5,6	КР, ПЗ



7	Теплопроводность и теплопередача при стационарном режиме Теплопроводность плоской, цилиндрической и шаровой стенок. Уравнение теплопередачи. Методы решения задач нестационарной теплопроводности. Основы численных методов расчета температурных полей (метод конечных разностей). Регулярный тепловой режим. Тепловая изоляция. Теплопроводность при нестационарном режиме.	4			1,2,3,4,5,6	КР, ПЗ
8	Конвективный теплообмен. Общие понятия и определения: свободная и вынужденная конвекция, ламинарный и турбулентный режимы течения. Уравнение Ньютона-Рихмана. Теория пограничного слоя Л.Прандтля. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена.	4	15	15	1,2,3,4,5,6	КР, ПЗ
9	Теплоотдача при фазовых превращениях. Теплоотдача при кипении. Режимы кипения. Теплоотдача при конденсации. Коэффициент теплоотдачи и его физический смысл. Расчетные зависимости для определения коэффициента теплоотдачи.	4			1,2,3,4,5,6	КР
<b>Итого за 5 семестр</b>		<b>38</b>	<b>60</b>	<b>54</b>		

## **5. Образовательные технологии**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся, а именно классический метод изложения материала (студент конспектирует читаемый лекционный материал, а также воспроизводит схемы и рисунки, предоставляемые лектором, представленные лектором, в процессе изложения лекционного материала лектор отвечает на вопросы студентов, излагая отдельные моменты более подробно); лекции с использованием мультимедийного оборудования, технологий и сетей; самостоятельное изучение теоретического материала с использованием Internet-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы.

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

*Фонд оценочных средств является обязательным разделом РПД (разрабатывается как приложение к рабочей программе дисциплины).*

Оценочные средства приведены в ФОС (Приложение А).

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

№ п/п	Необходимая учебная, учебно-методическая (основная и дополнительная) литература, программное обеспечение и Интернет ресурсы	Автор(ы)	Издательство и год издания	Количество изданий
<b>ОСНОВНАЯ</b>				
1	Техническая термодинамика и теплопередача	Нащокин В.В.	М: Аз-book, 2009	35
2	Техническая теплотехника: учебное пособие	Малая Э.М.	Саратов : Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2014. — 90 с. — ISBN 978-5-7433-2749-2	IPR BOOKS <a href="http://www.iprbookshop.ru/80120.html">http://www.iprbookshop.ru/80120.html</a>
<b>ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ</b>				
3	Теоретические основы термодинамики и теплопередачи [Электронный ресурс]: учебное пособие	Ларионов А.Н., Кураков Ю.И., Воишев В. С.	Воронеж : Воронежский Государственный Аграрный Университет им. Императора Петра Первого, 2015	IPR BOOKS <a href="http://www.iprbookshop.ru/72761.html">http://www.iprbookshop.ru/72761.html</a>
4.	Теоретические основы теплотехники (техническая термодинамика и тепломассообмен)	Стоянов Н.И.	Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2014.	IPR BOOKS <a href="http://www.iprbookshop.ru/63139.html">http://www.iprbookshop.ru/63139.html</a>
5.	Теплофизика и теплотехника.. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный //	Сборщиков Г. С., Чибизова С. И..	Москва : Издательский Дом МИСиС, 2012. — 104 с. Г. С.	IPR BOOKS Электронно-библиотечная система: — URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/56201.html">http://www.iprbookshop.ru/56201.html</a>
	Техническая термодинамика и теплотехника : сборник задач ISBN 978-5-89070-792-5. — Текст : электронный /	Афанасьев, Ю. О.	Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2011. — 96 с.	IPR ЛАНЬ : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/6633">https://e.lanbook.com/book/6633</a>

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Теплотехника»

Лекционные и практические занятия по дисциплине проводятся в аудитории с презентационной техникой и учебной мебелью (столы, стулья), а также плакаты, схемы, таблицы, необходимые для изучения данной дисциплины.

## 9. Специальные условия инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ)

Специальные условия обучения и направления работы с инвалидами и лицами с ОВЗ определены на основании:

- Федерального закона от 29.12.2012 №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Федерального закона от 24.11.1995 № 181-ФЗ «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации»;
- приказа Минобрнауки России от 05.04.2017 № 301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»;
- методических рекомендаций по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса, утвержденных Минобрнауки России 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Под специальными условиями для получения образования обучающихся с ОВЗ понимаются условия обучения, воспитания и развития, включающие в себя использование при необходимости адаптированных образовательных программ и методов обучения и воспитания, специальных учебников, учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего необходимую помощь, проведение групповых и индивидуальных коррекционных занятий, обеспечение доступа в здания ДГТУ и другие условия, без которых невозможно или затруднено освоение ОПОП обучающихся с ОВЗ.

Обучение в рамках учебной дисциплины обучающихся с ОВЗ осуществляется ДГТУ с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Обучение по учебной дисциплине обучающихся с ОВЗ может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах.

В целях доступности обучения по дисциплине обеспечивается:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- наличие альтернативной версии официального сайта ДГТУ в сети «Интернет» для слабовидящих;

- весь необходимый для изучения материал, согласно учебному плану (в том числе, для обучающихся по индивидуальным учебным планам) предоставляется в электронном виде на диске.

- индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;

- обеспечение возможности выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);

- обеспечение доступа обучающегося, являющегося слепым и использующего собаку-проводника, к зданию ДГТУ.

2) для лиц с ОВЗ по слуху:

- наличие микрофонов и звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования (аудиоколонки);

3) для лиц с ОВЗ, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, столовые, туалетные и другие помещения организации, а также пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов и других приспособлений).

Перед началом обучения могут проводиться консультативные занятия, позволяющие студентам с ОВЗ адаптироваться к учебному процессу.

В процессе ведения учебной дисциплины научно-педагогическим работникам рекомендуется использование социально-активных и рефлексивных методов обучения, технологий социокультурной реабилитации с целью оказания помощи обучающимся с ОВЗ в

установлении полноценных межличностных отношений с другими обучающимися, создании комфортного психологического климата в учебной группе.

Особенности проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине для обучающихся с ОВЗ устанавливаются с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и др.). При необходимости предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете или экзамене

(обязательное к рабочей программе дисциплины)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет»

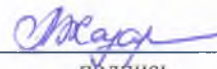
### ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине «Теплотехника»

Уровень образования	<u>бакалавр</u> <small>(бакалавриат/магистратура/специалитет)</small>
Направление подготовки бакалавриата/магистратуры/специальность	<u>19.03.04 «Технология продукции и организация общественного питания»</u> <small>(код, наименование направления подготовки/специальности)</small>
Профиль направления подготовки/специализация	<u>«Технология и организация ресторанного сервиса»</u> <small>(наименование)</small>

Разработчик  Хазамова М.А., доцент  
подпись (ФИО уч. степень, уч. звание)

Фонд оценочных средств обсужден на заседании кафедры ТЧ 07  
« 12 » 05 2021 г., протокол № 10

/ Зав. кафедрой  \_\_\_\_\_  
подпись (ФИО уч. степень, уч. звание)

г. Махачкала 2021г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Область применения, цели и задачи фонда оценочных средств
2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины (модуля)
  - 2.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП
    - 2.1.2. Этапы формирования компетенций
  - 2.2. Показатели уровней сформированности компетенций на этапах их формирования, описание шкал оценивания
    - 2.2.1. Показатели уровней сформированности компетенций на этапах их формирования
    - 2.2.2. Описание шкал оценивания
3. Типовые контрольные задания, иные материалы и методические рекомендации, необходимые для оценки сформированности компетенций в процессе освоения ОПОП
  - 3.1. Вопросы для входного контроля
  - 3.2. Оценочные средства и критерии сформированности компетенций
  - 3.3. Вопросы для проверки остаточных знаний студентов
  - 3.4. Курсовая работа/курсовой проект
  - 3.5. Задания для промежуточной аттестации (зачета и (или) экзамена)

## **1. Область применения, цели и задачи фонда оценочных средств**

Фонд оценочных средств (ФОС) является неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины «Теплотехника» и предназначен для контроля и оценки образовательных достижений, обучающихся (в т.ч. по самостоятельной работе студентов, далее – СРС), освоивших программу данной дисциплины.

Целью фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 19.03.04 «Технология продукции и организация общественного питания».

Рабочей программой дисциплины «Теплотехника» предусмотрено формирование следующих компетенций:

ОПК-3 – Способен использовать фундаментальные знания в области эксплуатации современного технологического оборудования и приборов, проектирования предприятий общественного питания

## **2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины (модуля)**

Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины (модуля), и используемые оценочные средства приведены в таблице 1.



## 2.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП

Таблица 1

Код и наименование формируемой компетенции	Код и наименование индикатора достижения формируемой компетенции	Критерии оценивания	Наименование контролируемых разделов и тем
<p><b>ОПК-3</b> Способен использовать фундаментальные знания в области эксплуатации современного технологического оборудования и приборов, проектирования предприятий общественного питания</p>	<p><i>ОПК -3.1.</i> Применяет знания инженерных наук в области эксплуатации современного технологического оборудования, приборов и механизмов, используемых в индустрии питания <i>ОПК- 3.2.</i> Использует знания инженерных наук при проектировании и техническом оснащении предприятий индустрии питания</p>	<p>Знать: свойства рабочих тел и законы их изменения в различных термодинамических процессах, а также технические средства для измерения основных Параметров процессов.</p> <p>Уметь определить параметры состояния рабочего вещества; определить вид теплообмена, рассчитывать режимы технологических процессов, используя справочную литературу</p> <p>Владеть практическими навыками использования технологического оборудования с соблюдением правил эксплуатации и техники безопасности</p>	<p>Лекция № 1-9</p>

### 2.1.2. Этапы формирования компетенций

Сформированность компетенций по дисциплине «Теплотехника» определяется на следующих этапах:

1. **Этап текущих аттестаций** (Для проведения текущих аттестаций могут быть использованы оценочные средства, указанные в разделе 2)
2. **Этап промежуточных аттестаций** (Для проведения промежуточной аттестации могут быть использованы другие оценочные средства)

Таблица 2

Код и наименование формируемой компетенции	Код и наименование индикатора достижения формируемой компетенции	Этапы формирования компетенции					Промежуточная аттестация	
		Этап текущих аттестаций				Этап промежуточной аттестации		
		1-5 неделя	6-10 неделя	11-15 неделя	1-17 неделя			18-20 неделя
		Текущая аттестация №1	Текущая аттестация №2	Текущая аттестация №3	СРС	РГР		
1		2	3	4	5	6	7	
<b>ОПК-3</b> Способен использовать фундаментальные знания в области эксплуатации современного технологического оборудования и приборов, проектирования предприятий общественного питания	<i>ОПК -3.1.</i> Применяет знания инженерных наук в области эксплуатации современного технологического оборудования, приборов и механизмов, используемых в индустрии питания <i>ОПК- 3.2.</i> Использует знания инженерных наук при проектировании и техническом оснащении предприятий индустрии питания	Контрольная работа № 1	Контрольная работа № 2	Контрольная работа № 3	Устный отчет	Решение задач	Зачет	

СРС – самостоятельная работа студентов;

РГР – расчетно-графическая работа;

## 2.2. Показатели уровней сформированности компетенций на этапах их формирования, описание шкал оценивания

### 2.2.1. Показатели уровней сформированности компетенций на этапах их формирования

Результатом освоения дисциплины «Теплотехника» является установление одного из уровней сформированности компетенций: высокий, повышенный, базовый, низкий.

Таблица 3

Уровень	Универсальные компетенции	Общепрофессиональные/ профессиональные компетенции
Высокий (оценка «отлично», «зачтено»)	Сформированы четкие системные знания и представления по дисциплине. Ответы на вопросы оценочных средств полные и верные. Даны развернутые ответы на дополнительные вопросы. Обучающимся продемонстрирован высокий уровень освоения компетенции	Обучающимся усвоена взаимосвязь основных понятий дисциплины, в том числе для решения профессиональных задач. Ответы на вопросы оценочных средств самостоятельны, исчерпывающие, содержание вопроса/задания оценочного средства раскрыто полно, профессионально, грамотно. Даны ответы на дополнительные вопросы. Обучающимся продемонстрирован высокий уровень освоения компетенции
Повышенный (оценка «хорошо», «зачтено»)	Знания и представления по дисциплине сформированы на повышенном уровне. В ответах на вопросы/задания оценочных средств изложено понимание вопроса, дано достаточно подробное описание ответа, приведены и раскрыты в тезисной форме основные понятия. Ответ отражает полное знание материала, а также наличие, с незначительными пробелами, умений и навыков по изучаемой дисциплине. Допустимы единичные негрубые ошибки. Обучающимся продемонстрирован повышенный уровень освоения компетенции	Сформированы в целом системные знания и представления по дисциплине. Ответы на вопросы оценочных средств полные, грамотные. Продемонстрирован повышенный уровень владения практическими умениями и навыками. Допустимы единичные негрубые ошибки по ходу ответа, в применении умений и навыков
Базовый (оценка «удовлетворительно», «зачтено»)	Ответ отражает теоретические знания основного материала дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшего освоения ОПОП. Обучающийся допускает неточности в ответе, но обладает необходимыми знаниями для их устранения. Обучающимся продемонстрирован базовый уровень освоения компетенции	Обучающийся владеет знаниями основного материал на базовом уровне. Ответы на вопросы оценочных средств неполные, допущены существенные ошибки. Продемонстрирован базовый уровень владения практическими умениями и навыками, соответствующий минимально необходимому уровню для решения профессиональных задач

Уровень	Универсальные компетенции	Общепрофессиональные/ профессиональные компетенции
Низкий (оценка «неудовлетворительно», «не зачтено»)	Демонстрирует полное отсутствие теоретических знаний материала дисциплины, отсутствие практических умений и навыков	

Показатели уровней сформированности компетенций могут быть изменены, дополнены и адаптированы к конкретной рабочей программе дисциплины.

## 2.2.2. Описание шкал оценивания

В ФГБОУ ВО «ДГТУ» внедрена модульно-рейтинговая система оценки учебной деятельности студентов. В соответствии с этой системой применяются пятибалльная, двадцатибалльная и стобальная шкалы знаний, умений, навыков.

Шкалы оценивания			Критерии оценивания
пятибалльная	двадцатибалльная	стобальная	
«Отлично» - 5 баллов	«Отлично» - 18-20 баллов	«Отлично» - 85 – 100 баллов	Показывает высокий уровень сформированности компетенций, т.е.: <ul style="list-style-type: none"> <li>- продемонстрирует глубокое и прочное усвоение материала;</li> <li>- исчерпывающе, четко, последовательно, грамотно и логически стройно излагает теоретический материал;</li> <li>- правильно формирует определения;</li> <li>- демонстрирует умения самостоятельной работы с нормативно-правовой литературой;</li> <li>- умеет делать выводы по излагаемому материалу.</li> </ul>
«Хорошо» - 4 баллов	«Хорошо» - 15 - 17 баллов	«Хорошо» - 70 - 84 баллов	Показывает достаточный уровень сформированности компетенций, т.е.: <ul style="list-style-type: none"> <li>- демонстрирует достаточно полное знание материала, основных теоретических положений;</li> <li>- достаточно последовательно, грамотно логически стройно излагает материал;</li> <li>- демонстрирует умения ориентироваться в нормальной литературе;</li> <li>- умеет делать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.</li> </ul>
«Удовлетворительно» - 3 баллов	«Удовлетворительно» - 12 - 14 баллов	«Удовлетворительно» - 56 – 69 баллов	Показывает пороговый уровень сформированности компетенций, т.е.: <ul style="list-style-type: none"> <li>- демонстрирует общее знание изучаемого материала;</li> <li>- испытывает серьезные затруднения при ответах на дополнительные вопросы;</li> <li>- знает основную рекомендуемую литературу;</li> <li>- умеет строить ответ в соответствии со структурой излагаемого материала.</li> </ul>
«Неудовлетворительно» - 2 баллов	«Неудовлетворительно» - 1-11 баллов	«Неудовлетворительно» - 1-55 баллов	Ставится в случае: <ul style="list-style-type: none"> <li>- незнания значительной части программного материала;</li> <li>- не владения понятийным аппаратом дисциплины;</li> <li>- допущения существенных ошибок при изложении учебного материала;</li> <li>- неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса;</li> <li>- неумение делать выводы по излагаемому материалу.</li> </ul>

### 3. Типовые контрольные задания, иные материалы и методические рекомендации, необходимые для оценки сформированности компетенций в процессе освоения ОПОП

#### 3.1. Вопросы для входного контроля

1. Производная, ее геометрический, физический смысл. Производная и дифференциал высших порядков. Физический смысл производной  $n$ - порядка
2. Определенный интеграл и его основные свойства. Таблица неопределенных интегралов
3. Краевая задача для дифференциальных уравнений  $n$ - порядка с постоянными коэффициентами.
4. Функциональные ряды. Сходимость ряда.
5. Работа, мощность. Работа переменной силы.
6. Кинетическая и потенциальная энергия. Кинетическая энергия вращающегося тела.
7. Механика жидкостей. Неразрывность струи. Уравнение Бернулли и следствия из него.
8. Вязкость. Движение тел в жидкостях и газах.
9. Излучение. Спонтанное и вынужденное излучение.
10. Термодинамические параметры.
11. Идеальный газ. Уравнение состояния идеального газа. Универсальная постоянная.
12. Средняя энергия молекулы, молекулярно-кинетическое толкование температуры. Абсолютная шкала температур.
13. Внутренняя энергия системы как функция состояния. Количество теплоты. Способы передачи теплоты. Эквивалентность теплоты и работы.
14. Первое начало термодинамики и его применение к различным изопроцессам.
15. Адиабатный процесс.

#### 3.2. Оценочные средства и критерии сформированности компетенций

##### 3.2.1. Контрольная работа №1

1. Основные параметры состояния. Уравнение состояния.
2. Газовые смеси. Определение массовой и объемной доли. Закон Дальтона.
3. Теплоемкость газов. Массовая, объемная, и мольная теплоемкости газа и связь между ними. Средняя и истинная теплоемкость. Теплоемкости газа,  $C_p$  и  $C_v$  и связь между ними.
4. Первый закон термодинамики, его аналитическое выражение. Две формы записи. Внутренняя энергия. Вычисление работы газа.
5. Основные термодинамические процессы идеальных газов. Общие вопросы расчета процессов.
6. Принципы получения низких температур.
7. Свойства рабочих веществ холодильных машин (хладагентов)
8. Циклы холодильных машин: воздушной, паровой компрессорной и абсорбционной.
9. Сущность термотрансформации.
10. Исследование политропного процесса идеального газа. Изображение основных термодинамических процессов идеальных газов в  $PV$  и  $TS$  - диаграммах
11. Второй закон термодинамики. Основные формулировки.
12. Свойства обратимых и необратимых циклов и математическое выражение I - закона термодинамики
13. Энтальпия и энтропия как термодинамические характеристики системы.
14. Водяной пар. Параметры воды и водяного пара. Процессы парообразования в  $PV$ -,  $TS$ -, и  $IS$ - диаграммах.
15. Основные термодинамические процессы и расчет конечных параметров рабочего тела.

16. Расчет основных термодинамических процессов водяного пара с помощью таблиц и  $Is$ -диаграмм

### Аттестационная контрольная работа №2

1. Истечение газов и паров. Уравнение I-го закона термодинамики для потока газа.
2. Располагаемая работа и скорость истечения. Секундный расчет при истечении
3. Дросселирование газов и паров. Эффект Джоуля-Томпсона.
4. Компрессоры, классификация и принцип действия.
5. Определение полной теоретической работы, затрачиваемой на привод компрессора.
6. Индикаторная диаграмма компрессора.
7. Многоступенчатые компрессоры.
8. Физические основы искусственного охлаждения.
9. Рабочие вещества холодильных машин (хладагенты)
10. Циклы холодильных машин (паросиловой, воздушной и абсорбционной).
11. Виды переноса теплоты.
12. Теплопроводность. Основные понятия и определения: температурное поле, градиент температуры.
13. Основной закон теплопроводности Фурье. Коэффициент теплопроводности, его физический смысл и размерность.
14. Дифференциальное уравнение теплопроводности Фурье.
15. Условия однозначности для процессов теплопроводности.

### Аттестационная контрольная работа №3

1. Теплопроводность при стационарном режиме через плоскую и цилиндрические стенки.
2. Теплопередача через плоскую и цилиндрические стенки. Уравнение теплопередачи.
3. Тепловая изоляция. Критический диаметр изоляции.
4. Методы решения задач нестационарной теплопроводности.
5. Регулярный тепловой режим.
6. Конвективный теплообмен. Виды конвекции. Режимы течения.
7. Критерий Рейнольдса.
8. Понятие о гидродинамическом и тепловом пограничных слоях.
9. Уравнение теплоотдачи Ньютона. Коэффициент теплоотдачи, его физический смысл и размерность.
10. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена
11. Основы теории подобия. Критериальные уравнения конвективного теплообмена.
12. Теплоотдача при фазовых превращениях: кипении и конденсации.

### 3.3 Вопросы для проверки остаточных знаний студентов

1. Термодинамическая система и ее виды.
2. Термодинамические параметры состояния, их физический смысл и размерность. Уравнение состояния.
3. Понятие теплоемкости, ее физический смысл и использование для расчета теплоты.
4. Уравнение состояния идеального газа. Физический смысл газовой постоянной и ее размерность
5. В чем заключается отличие свойств реальных рабочих тел (газообразных сред) от идеальных?
6. Энтальпия. Энтропия.
7. Законы термодинамики. Основные формулировки и аналитические выражения.
8. Понятие термодинамического процесса. Основные термодинамические процессы.
9. Основные параметры воды и водяного пара.

10. Какие формы передачи энергии возникают в термодинамических системах.
11. Понятие температурного поля, градиента температуры.
12. Что представляет собой теплопроводность и как она осуществляется?
13. Понятие теплообмена и его простейшие виды.
14. Что называют конвективным теплообменом? Коэффициент теплоотдачи, его физический смысл и размерность
15. Что называют теплопередачей? Коэффициент теплопередачи, его физический смысл.
16. Режимы конвективного теплообмена.
17. Основной закон теплопроводности Фурье.
18. Уравнение Ньютона – Рихмана.
19. Фазовое превращение. Основные положения.
20. Режимы кипения и конденсации.

### 3.5. Задания для промежуточной аттестации (зачета и (или) экзамена)

#### Перечень вопросов к зачету

1. Предмет и задачи теплотехники.
2. Основные понятия и определения термодинамики. Основные параметры состояния, функции состояния.
3. Газовые смеси. Способы задания. Газовая постоянная смеси и средняя молекулярная смеси газов.
4. Теплоемкость газов. Виды теплоемкости и связи между ними.
5. Первый закон термодинамики, две формы записи.
6. Энтальпия и энтропия как функции термодинамических систем.
7. Второй закон термодинамики. Основные формулировки.
8. Круговые термодинамические процессы или циклы. Цикл Карно
9. Водяной пар. Параметры воды и водяного пара. Процессы парообразования в PV-, TS-, и IS – диаграммах.
10. Исследование основных термодинамических процессов идеального газа.
11. Истечение газов и паров. Уравнение первого закона термодинамики для потока газа.
12. Дросселирование газов и паров. Эффект Джоуля-Томсона.
13. Термодинамический анализ процессов в компрессорах. Классификация и принцип работы.
14. Определение работы, затрачиваемой на сжатие газа в одноступенчатом компрессоре.
15. Многоступенчатые компрессоры.
16. Принципы получения низких температур.
17. Свойства рабочих веществ холодильных машин (хладагентов)
18. Циклы холодильных машин: воздушной, паровой компрессорной и абсорбционной.
19. Основы теории тепломасообмена. Основные виды переноса теплоты.
20. Теплопроводность. Температурное поле, Градиент температуры
21. Основной закон теплопровод. Фурье. Коэффициент теплопроводности и его физический смысл.
22. Дифференциальное уравнение теплопроводности Фурье.
23. Условия однозначности для процессов теплопроводности.
24. Стационарные и нестационарные режимы теплопроводности.
25. Теплопроводность через плоскую и цилиндрическую одно- и многослойные стенки.
26. Конвективный теплообмен. Режимы течения. Понятие о пограничном слое
27. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена.
28. Коэффициент теплоотдачи, его размерность и физический смысл
29. Основы теории подобия. Критериальные уравнения конвективного теплообмена.
30. Теплоотдача при кипении и конденсации.



Критерии оценки уровня сформированности компетенций по результатам проведения зачета:

- оценка «зачтено»: обучающийся демонстрирует всестороннее, систематическое и глубокое знание материала, свободно выполняет задания, предусмотренные программой дисциплины, усвоивший основную и дополнительную литературу. Обучающийся выполняет задания, предусмотренные программой дисциплины, на уровне не ниже базового;

- оценка «не зачтено»: обучающийся демонстрирует незнание материала, не выполняет задания, предусмотренные программой дисциплины. Обучающийся не выполняет задания, предусмотренные программой дисциплины, на уровне ниже базового. Дальнейшее освоение ОПОП невозможно без дополнительного изучения материала и подготовки к зачету.

### 3.6. Задания к расчетно-графическим работам

#### Задание № 1

Задан газовый цикл в PV- координатах. Цикл отнесен к 1 кг воздуха. Принимаем:  $c_p = 1,003$  кДж/кг\*К,  $c_v = 0,716$  кДж/кг\*К,  $R = 0,287$  кДж/кг\*К

Необходимо:

1. Определить параметры  $p$ ,  $v$ ,  $T$  для основных точек цикла, полученные данные занести в таблицу 2.
2. По полученным параметрам построить цикл в масштабе в  $p$ - $v$  и  $T$ - $s$  - диаграммах.
3. Найти изменения внутренней энергии ( $du$ ), энтальпии ( $di$ ), энтропии ( $ds$ ) в каждом процессе. Определить теплоту ( $q$ ) и работу ( $l$ ) в каждом процессе, результаты расчетов занести в таблицу 3.
8. Найти работу цикла и полезную теплоту.
9. Определить термический к.п.д. цикла.

Газовые циклы изображены в координатах  $p$ - $v$ , без учета масштаба.

Исходные данные для решения задачи приведены в таблице 1 (по вариантам). Вариант выбирается по двум последним цифрам шифра зачетной книжки.

В таблице параметры приведены в единицах:

давление  $p$  – МПа, температура  $t$  – 0С, объем,  $v$  - м<sup>3</sup>/кг, теплота,  $q$ - кДж.

\*- предпоследняя цифра шифра, \*\* - последняя цифра шифра

№ 1, 2, 3... – номер  $p$ - $v$  диаграммы газового цикла

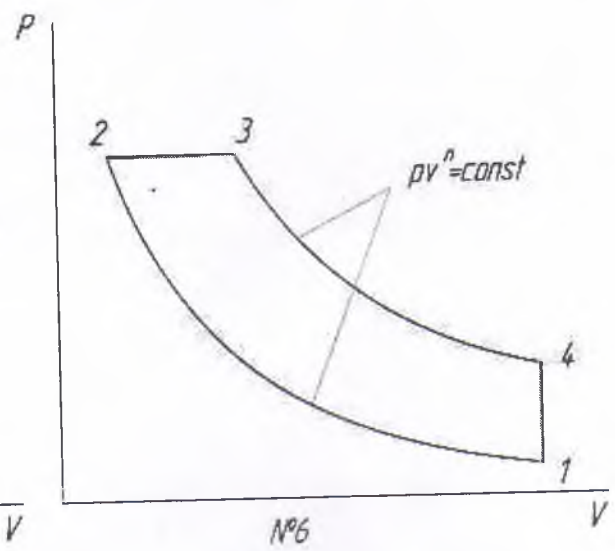
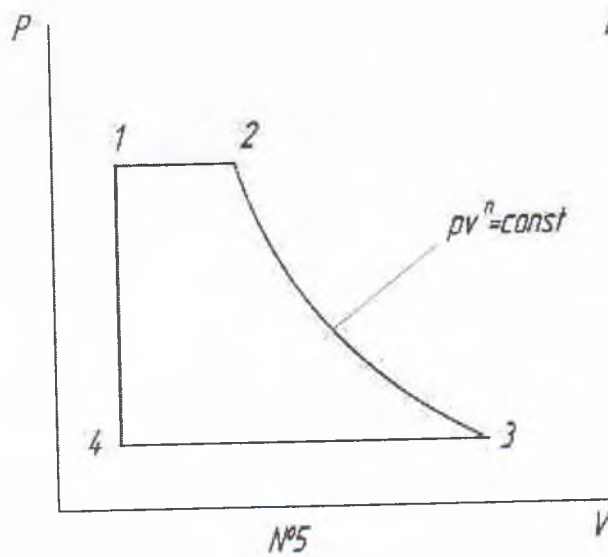
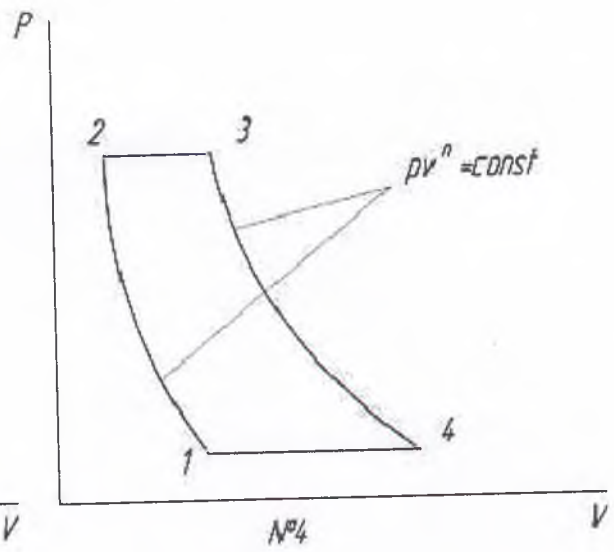
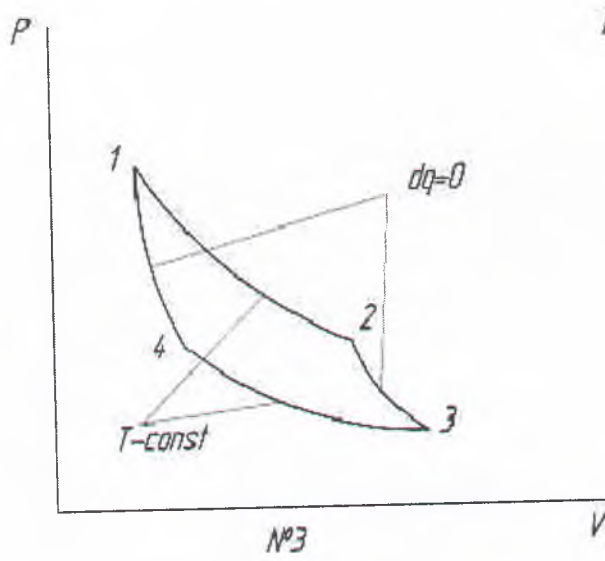
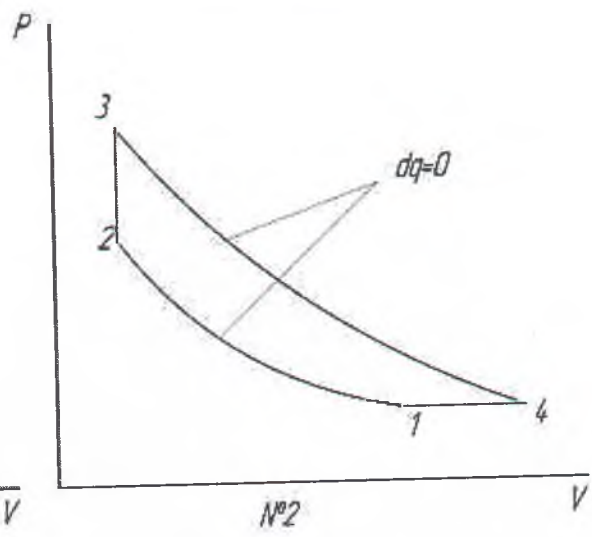
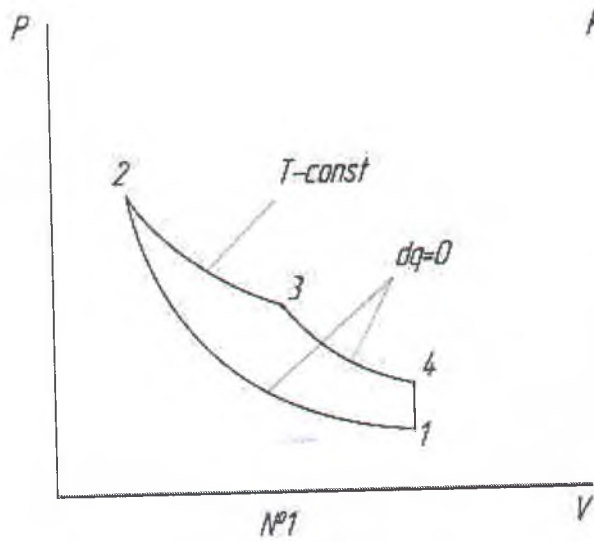
Таблица 1. Исходные данные для решения задачи

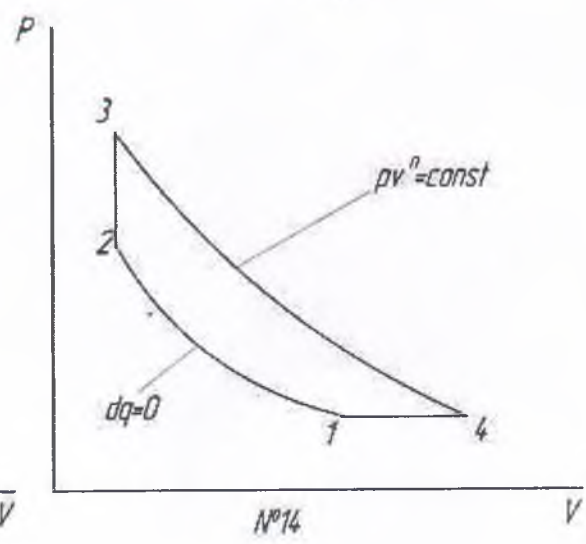
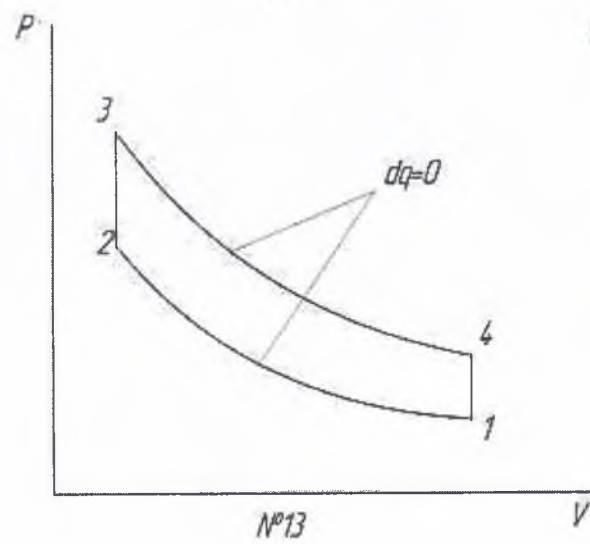
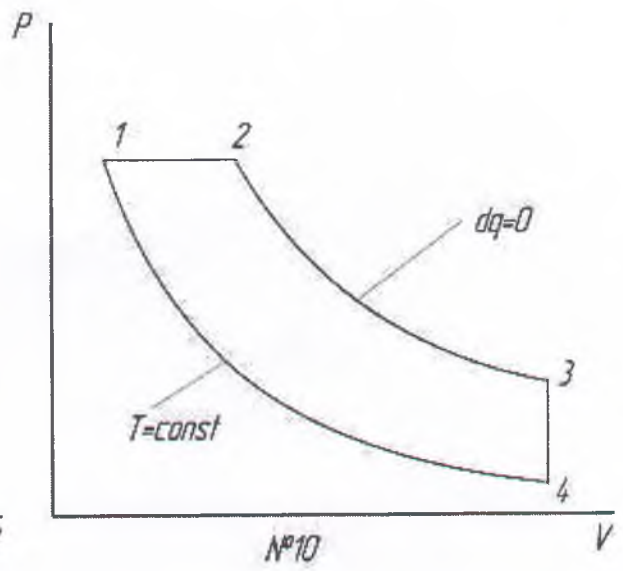
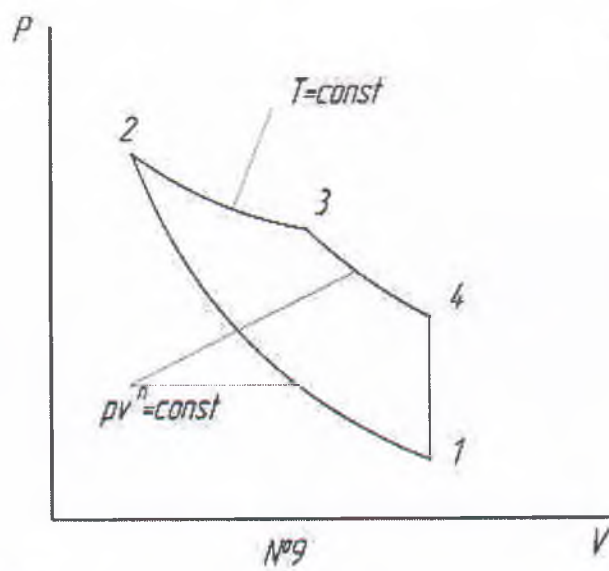
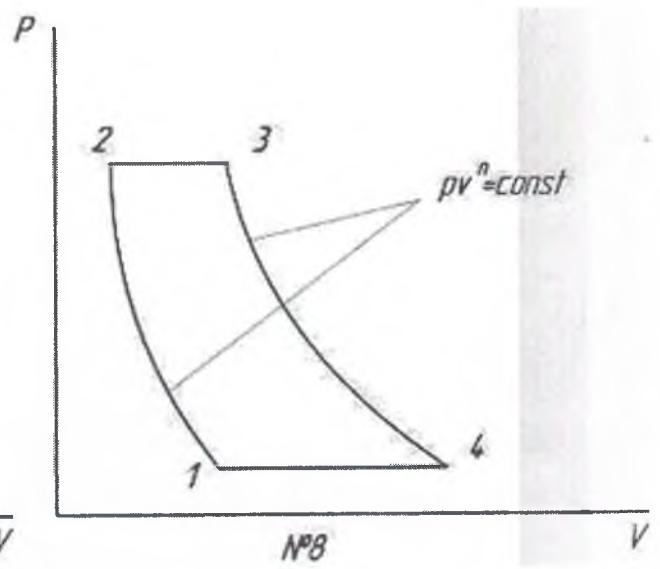
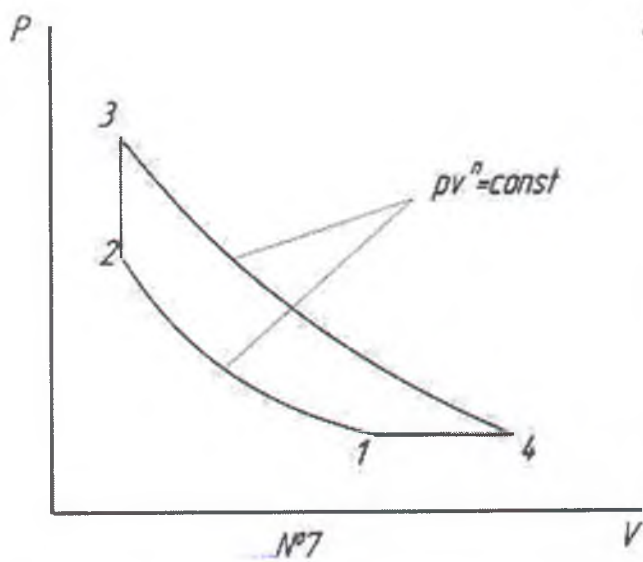
*	**	0	1	2	3	4
0	№1	№2	№3	№4	№5	
	$t_1=60, v_1=0,12$ $p_2=2, p_3=1,2$	$t_1=40, v_1=0,45$ $p_2=1,2, t_3=330$	$v_1=0,13, t_1=300$ $p_2=0,5, t_3=17$	$p_1=0,01, t_1=0$ $t_2=123, t_3=250$ $n=1,3$	$v_1=0,04,$ $t_1=210, n=1,2$ $t_2=350, p_3=2,5$	
1	№11	№12	№13	№14	№15	
	$p_1=0,4, t_1=100$ $p_2=1,6, v_3=0,27$	$p_1=0,2, t_1=50$ $p_2=2, t_3=200$	$p_1=0,3, p_2=2,8$ $t_1=20, t_3=330$	$p_1=0,1, t_1=0$ $t_2=160$ $t_4=65, n=1,3$	$p_1=1,2, p_2=6$ $t_1=50, t_3=370$	
2	№21	№22	№23	№24	№25	
	$p_1=0,7, v_4=0,4$ $t_1=200, t_2=300$	$p_1=0,3, p_2=0,8,$ $t_1=27, t_3=200$	$p_1=5, p_2=1,8$ $t_1=300, v_3=0,2$	$p_1=0,7, p_2=2$ $t_3=200, v_1=0,12$	$p_1=0,3, p_2=0,6$ $t_1=30, t_3=250$	
3	№1	№2	№3	№4	№5	
	$p_1=0,7, p_2=2$ $p_3=1,3, v_1=0,13$	$p_1=0,2, p_2=1,3$ $t_3=350, v_1=0,47$	$p_1=1,4, p_2=0,6$ $t_3=15, t_1=350$	$p_1=0,02,$ $p_2=0,05$ $t_1=0, t_3=220$ $n=1,3$	$p_1=3, p_3=2$ $t_1=200$ $t_2=280, n=1,25$	
4	№11	№12	№13	№14	№15	
	$p_1=0,45, p_2=1,8$ $p_3=0,8, t_1=100$	$p_1=0,5, p_2=2,5$ $t_1=55, t_3=250$	$p_1=0,4, p_2=3$ $t_1=25, t_3=350$	$p_1=0,2, t_1=10$ $t_2=160, t_4=70$ $n=1,25$	$p_1=1,5, p_2=6,5$ $t_1=50, t_3=350$	
5	№21	№22	№23	№24	№25	
	$p_1=8, v_4=0,45$ $t_1=250, t_2=350$	$p_1=0,3, p_2=0,8,$ $t_1=27, t_3=200$	$p_1=5, p_2=1,8$ $t_1=300, v_3=0,2$	$p_1=0,7, p_2=2$ $t_3=200, v_1=0,12$	$p_1=0,3, p_2=0,6$ $t_1=30, t_3=250$	
6	№1	№2	№3	№4	№5	
	$p_1=1,0, p_2=2,5$ $p_3=1,5, v_1=0,15$	$p_1=0,4, p_2=1,4$ $t_3=350, v_1=0,40$	$p_1=1,5, p_2=0,8$ $t_3=20, t_1=350$	$p_1=0,02,$ $p_2=0,07$ $t_1=5, t_3=250$ $n=1,25$	$p_1=3,3, p_3=2,7$ $t_1=250$ $t_2=350, n=1,25$	
7	№11	№12	№13	№14	№15	
	$p_1=0,5, p_2=1,8$ $p_3=0,65, t_1=120$	$p_1=0,4, p_2=2,5$ $t_1=20, t_3=200$	$p_1=0,5, p_2=2$ $t_1=25, t_3=340$	$p_1=0,2, t_1=10$ $t_2=180$ $t_4=70, n=1,25$	$p_1=1,6, p_2=6,5$ $t_1=70, t_3=350$	
8	№21	№22	№23	№24	№25	
	$p_1=7,5, v_4=0,45$ $t_1=250, t_2=350$	$p_1=0,3, p_2=0,8,$ $t_1=27, t_3=200$	$p_1=5, p_2=1,8$ $t_1=300, v_3=0,2$	$p_1=0,7, p_2=2$ $t_3=200, v_1=0,12$	$p_1=0,3, p_2=0,6$ $t_1=30, t_3=250$	
9	№1	№2	№3	№4	№5	
	$p_1=0,9, p_2=2,5$ $p_3=1,5, v_1=0,1$	$p_1=0,25, p_2=1,1$ $t_3=280, v_1=0,35$	$p_1=1,2, p_2=0,5$ $t_3=20, t_1=310$	$p_1=0,03,$ $p_2=0,09$ $t_1=5$ $t_3=230, n=1,2$	$p_1=3, p_3=2$ $t_1=200$ $t_2=310, n=1,25$	

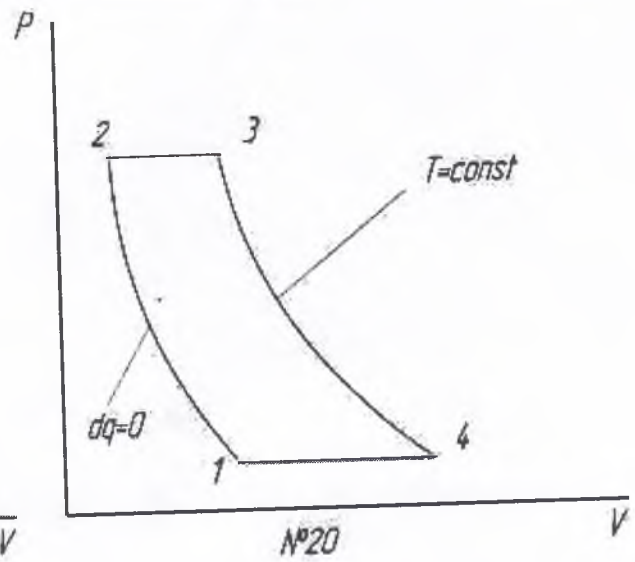
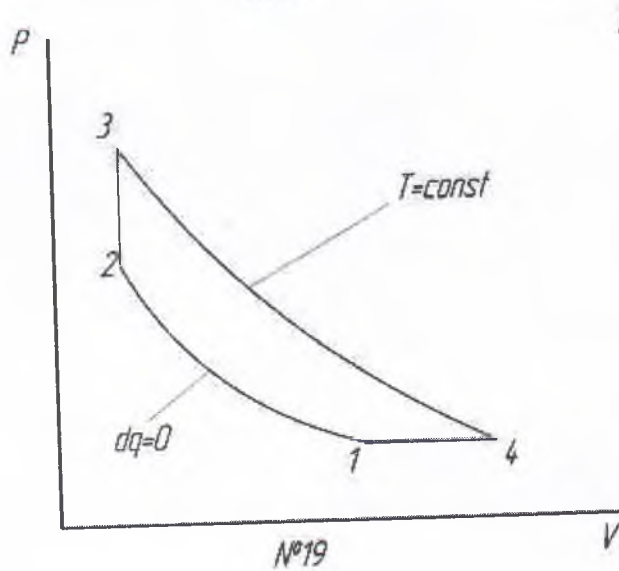
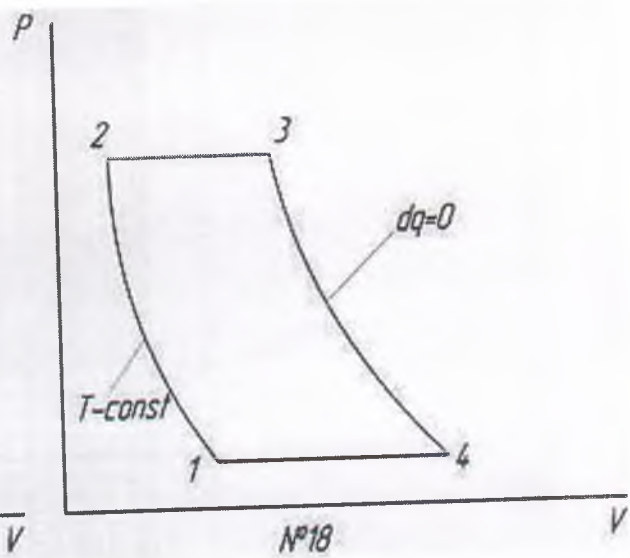
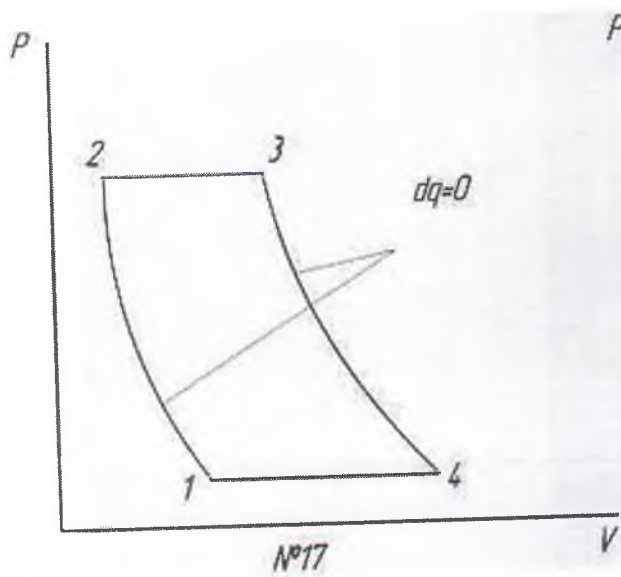
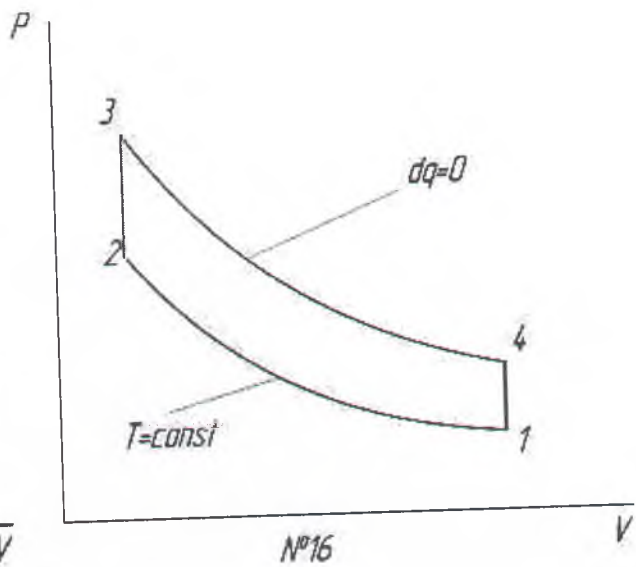
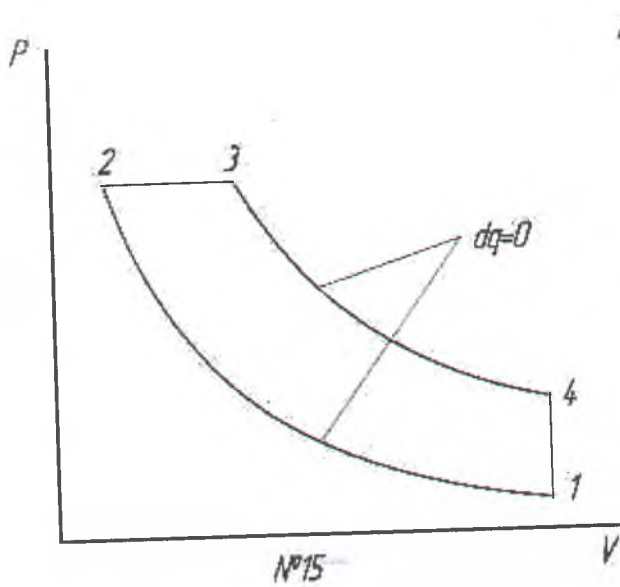
## Окончание таблицы 1

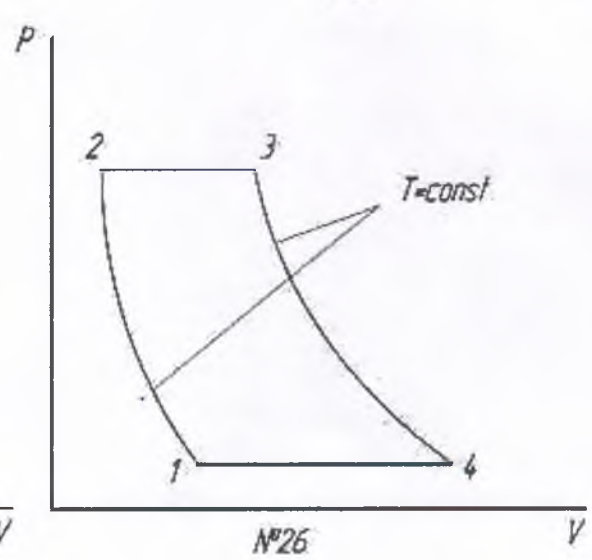
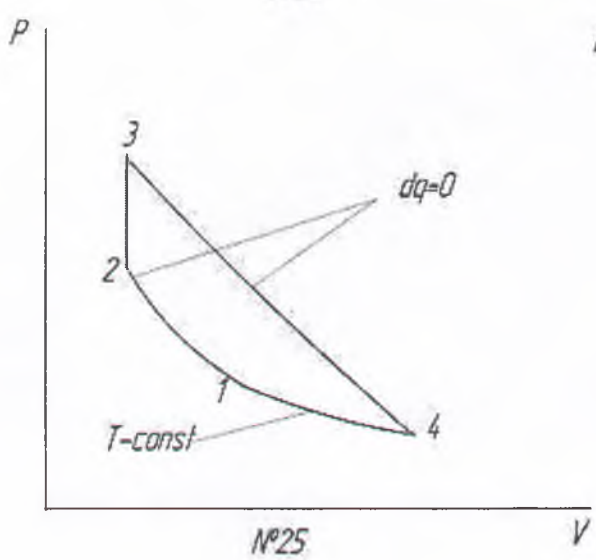
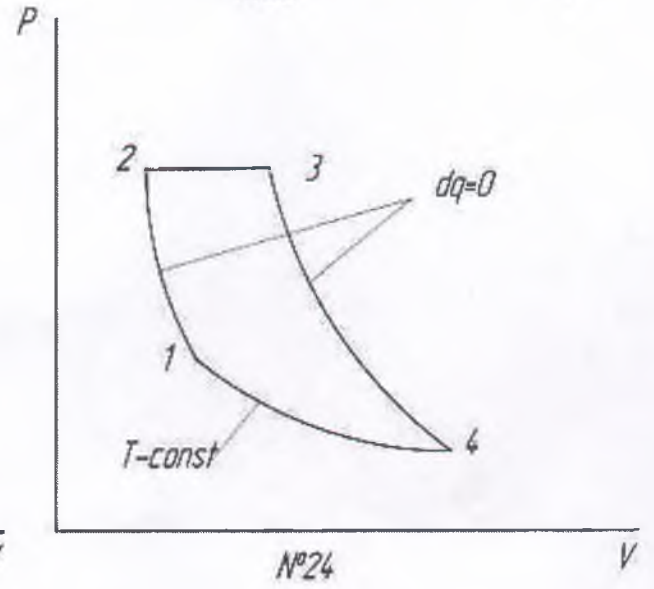
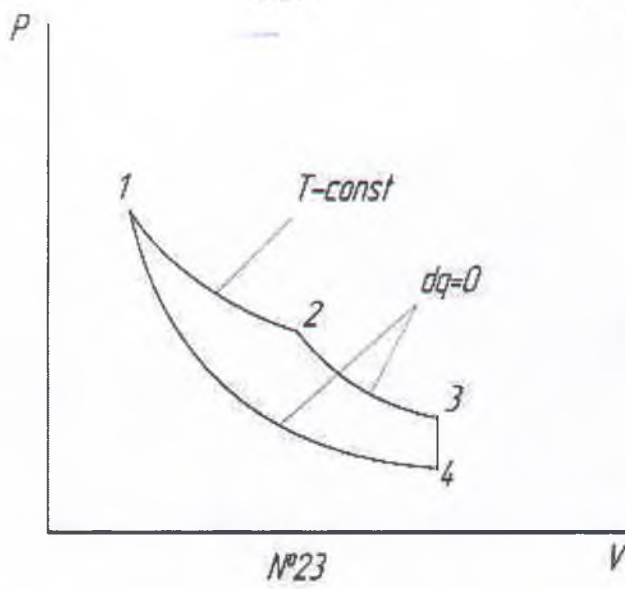
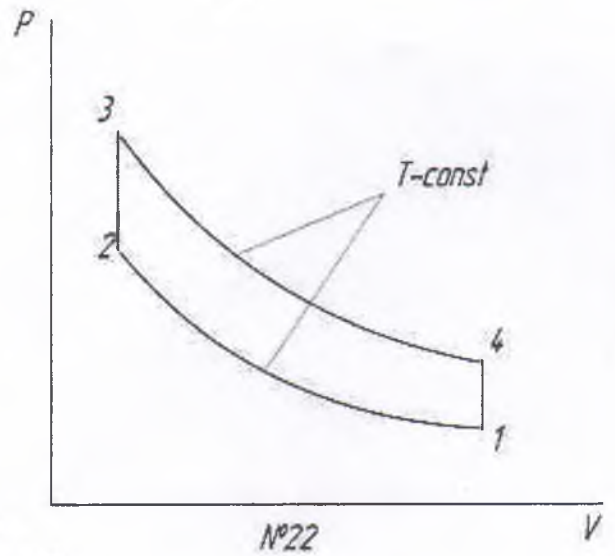
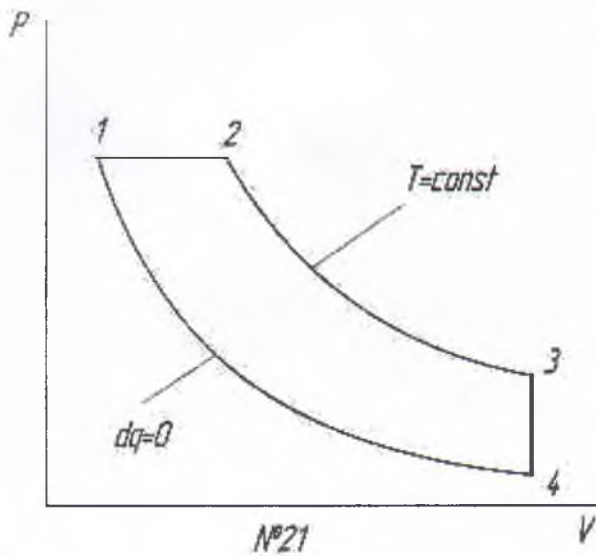
*	**	5	6	7	8	9
0	№6 $p_1=0,1, t_1=30$ $v_2=0,27,$ $t_3=350, n=1,2$	№7 $p_1=0,2, v_1=0,5$ $t_2=250, p_3=2,5$ $n=1,3$	№8 $p_1=0,3, p_3=2$ $t_3=300, v_1=0,3$ $n=1,3$	№9 $v_1=0,47,$ $p_3=0,3, v_2=0,1$ $t_1=30, n=1,1$	№10 $p_1=2,0, t_1=200$ $v_2=0,09$ $v_4=0,12$	
1	№16 $p_1=0,08, v_2=0,4$ $t_1=20, t_3=300$	№17 $p_1=0,12, t_1=10$ $p_2=0,8, t_3=315$	№18 $p_2=2,5, v_1=0,12$ $t_1=50, t_3=300$	№19 $p_1=0,3, p_2=1,0$ $v_1=0,3, t_3=200$	№20 $p_1=0,3, p_2=1$ $t_1=25, t_3=250$	
2	№26 $p_1=0,12, v_1=0,7$ $v_2=0,2, t_3=150$	№27 $p_1=1,2, p_2=1,4$ $v_1=0,08, t_3$ $=150$	№28 $p_2=2,5, t_1=50$ $v_1=0,12, t_3$ $=300$	№29 $p_1=0,4, p_2=1,0$ $v_1=0,3, t_3=300$	№30 $p_1=0,12, t_1=20$ $p_2=0,8, q=100$	
3	№6 $p_1=0,08, p_2=0,3$ $t_1=35, t_3=210$ $n=1,2$	№7 $p_1=0,16, p_3=3$ $t_2=180$ $v_1=0,55, n=1,3$	№8 $p_1=0,4, p_3=2,2$ $t_3=350$ $v_1=0,35,$ $n=1,25$	№9 $p_1=0,18,$ $p_3=0,3, v_2=0,15$ $t_1=35, n=1,2$	№10 $p_1=2,5, t_2=300$ $v_4=0,14, t_1=250$	
4	№16 $p_1=0,08, v_2=0,4$ $t_1=25, t_3=350$	№17 $p_1=0,13, p_2=0,9$ $t_1=15, t_3=320$	№18 $p_1=0,4, v_1=0,3$ $p_2=3, t_3=270$	№19 $p_1=0,4, p_2=1,2$ $v_1=0,35, t_3=250$	№20 $p_1=0,4, p_2=1,2$ $t_1=30, t_3=300$	
5	№26 $p_1=1,2, v_1=0,7$ $v_2=0,2, t_3=150$	№27 $p_1=1,2, p_2=1,4$ $v_1=0,08, t_3$ $=150$	№28 $p_2=2,5, t_1=50$ $v_1=0,12, t_3$ $=300$	№29 $p_1=0,4, p_2=1,0$ $v_1=0,3, t_3=300$	№30 $p_1=0,12, t_1=20$ $p_2=0,8, q=100$	
6	№6 $p_1=0,09$ $p_2=0,5, t_1=35$ $t_3=250, n=1,25$	№7 $p_1=0,16$ $p_3=2,8, t_2=160$ $v_1=0,55,$ $n=1,25$	№8 $p_1=0,35, p_3=2,5$ $t_3=350$ $v_1=0,35, n=1,3$	№9 $p_1=0,19, p_3=0,5$ $v_2=0,15$ $t_1=35, n=1,15$	№10 $p_1=2,3, t_2=300$ $v_4=0,14$ $t_1=250$	
7	№16 $p_1=0,07, v_2=0,3$ $t_1=15, t_3=250$	№17 $p_1=0,13, p_2=0,7$ $t_1=13, t_3=310$	№18 $p_1=0,5, v_1=0,4$ $p_2=3,5, t_3=270$	№19 $p_1=0,5, p_2=1,3$ $v_1=0,35, t_3=250$	№20 $p_1=0,6, p_2=1,3$ $t_1=35, t_3=320$	
8	№26 $p_1=1,3, v_1=0,75$ $v_2=0,25,$ $t_3=180$	№27 $p_1=1,25, p_2=1,5$ $v_1=0,09,$ $t_3=170$	№28 $p_2=3, t_1=60$ $v_1=0,15,$ $t_3=320$	№29 $p_1=0,5, p_2=1,2$ $v_1=0,3, t_3=320$	№30 $p_1=0,12, t_1=20$ $p_2=0,9, q=120$	
9	№6 $p_1=0,12, p_2=0,5$ $t_1=35$ $t_3=210, n=1,2$	№7 $p_1=0,18, p_3=2,6$ $t_2=160$ $v_1=0,55, n=1,25$	№8 $p_1=0,35, p_3=2,5$ $t_3=320$ $v_1=0,3, n=1,3$	№9 $p_1=0,2, p_3=0,4$ $v_2=0,15$ $t_1=35, n=1,15$	№10 $p_1=2,5, t_2=310$ $v_4=0,15$ $t_1=250$	

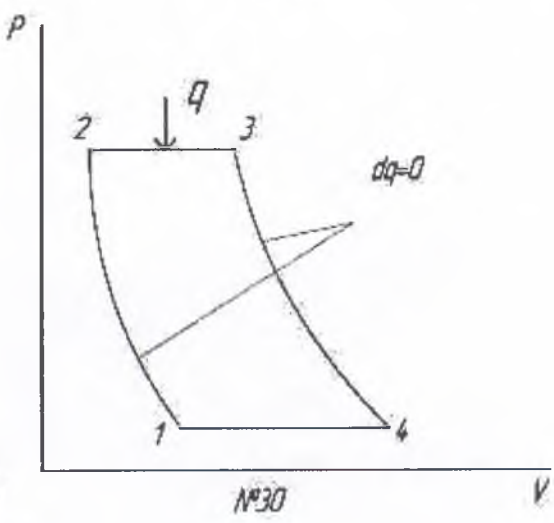
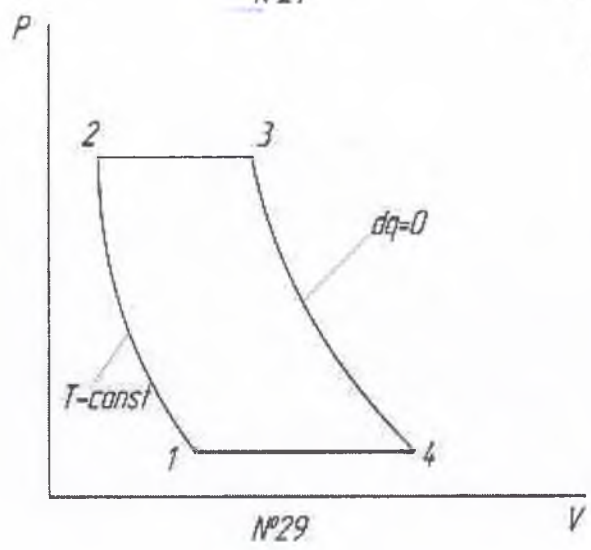
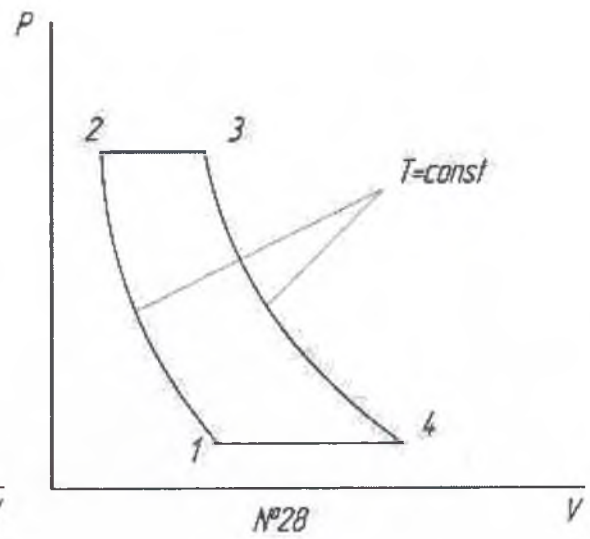
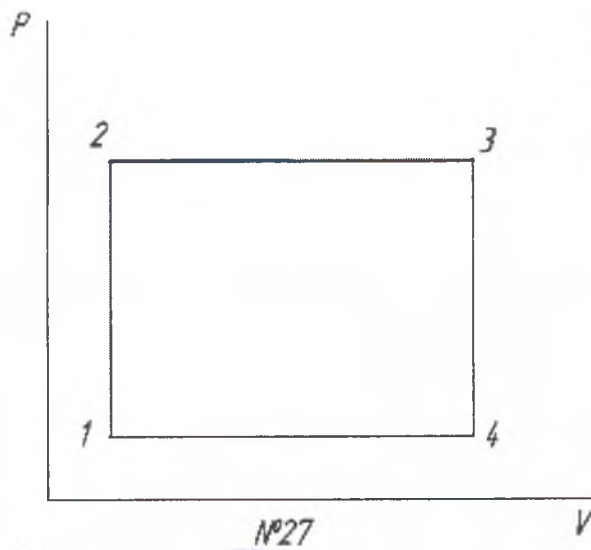
# PV – диаграммы газовых циклов













### Задание № 2

Определить потребную поверхность рекуперативного теплообменника, в котором вода нагревается горячими газами. Расчет произвести для прямоточной и противоточной схем. Значения температур газа  $t'1$  и  $t''1$ , воды  $t'2$  и  $t''2$  расхода воды  $M$  и коэффициента теплопередачи  $K$  выбрать из табл. 4.

Привести график изменения температур для обеих схем движения.

Таблица 2

Вариант	$t'1, 0C$	$t''1, 0C$	$t'2, 0C$	$t''2, 0C$	$M, \text{кг/с}$	$K, \text{Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$
0	300	150	10	80	1,4	30
1	325	175	15	80	1,3	32
2	350	200	20	100	1,2	34
3	375	225	25	110	1,1	36
4	400	250	30	120	1,0	38
5	425	275	25	130	0,9	40
6	450	300	20	140	0,8	42
7	475	325	15	130	0,7	44
8	500	350	10	120	0,6	46
9	525	375	20	110	0,5	48