

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ ДОНЕЦКОЙ  
НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Кафедра «Техническая теплофизика»**

**ПРОГРАММА  
ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ**  
Образовательный уровень «Бакалавр»  
Направление подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»  
Приём 2021 года

Донецк – 2021

## ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина "Теплотехника" является нормативной дисциплиной согласно стандарту образования. Эту дисциплину преподают в энергетических, металлургических, горных, химических и политехнических техникумах.

В состав "Теплотехники" входят следующие дисциплины: "Термодинамика", "Тепломассообмен" и "Механика жидкости и газов (Гидравлика)".

Программа вступительных испытаний для абитуриентов разработана на базе рабочих программ дисциплины "Теплотехника", который преподается в Зуевском энергетическом, Донецком и Харцызском металлургическом техникумах. Рабочие программы полностью совпадают.

## ПЕРЕЧЕНЬ РАЗДЕЛОВ И ИХ СОДЕРЖАНИЕ

### Термодинамика

Основные термодинамические параметры. Законы идеальных газов. Газовые смеси. Теплоемкость. Первый закон термодинамики. Термодинамические процессы. Второй закон термодинамики. Термодинамический коэффициент полезного действия. Цикл Карно. Энтропия. TS-диаграмма. Энтальпия.

Термодинамика водяного пара и влажного воздуха. Диаграммы  $h_s$  и  $h_d$ . Определение параметров водяного пара по таблицам и  $h_s$ -диаграмме.

Истечение газов и паров и дросселирование.

Циклы паро-, газотурбинных и парогазовых установок.

Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС).

Циклы холодильных установок.

Основные термодинамические параметры и единицы их измерения. Пересчет единиц измерения в систему СИ. Понятие об абсолютном давлении и абсолютной температуре. Первый закон термодинамики. Термодинамические процессы идеальных газов: изохорный, изобарный, изотермический и адиабатический. Понятие о коэффициенте адиабаты. Связь между параметрами процесса. Изображение процессов в PV- и TS-диаграммах. Понятие об энтальпии. Определение количества теплоты и работы процессов. Виды задания состава смеси идеальных газов: массовый, объемный, мольный. Расчет процессов смеси идеальных газов: газовой постоянной, параметров процесса, количества тепла и работы процесса.

Второй закон термодинамики. Цикл Карно. Понятие об энтропии. Термодинамический коэффициент полезного действия цикла.

Термодинамические процессы водяного пара. Изображение процессов в PV-, TS- и hs-диаграммах. Определение параметров состояний процесса по таблицам термодинамических свойств воды и водяного пара, а также с помощью hs-диаграммы.

Влажный воздух: основные понятия и определения (влажный ненасыщенный воздух, влагосодержание, относительная влажность). Определение параметров влажного воздуха с hd-диаграммой.

Истечение газов и паров и дросселирование. Расчет скорости и расхода газа при истечении. Критическая скорость. Особенности дросселирования водяного пара. Определение параметров водяного пара в конце дросселирования по hs-диаграмме.

Циклы паротурбинных установок (ПТУ). Принципиальная схема ПТУ, работающей по циклу Ренкина. Изображение цикла Ренкина в PV-, TS- и hs-диаграммах. Влияние начальных и конечных параметров на термический КПД цикла Ренкина. Способы повышения экономичности паротурбинных установок: регенеративный подогрев питательной воды, промежуточный перегрев пара. Теплофикационные циклы: с противодавлением, с регулируемым отбором пара.

Цикл газотурбинной установки (ГТУ) с подводом теплоты при постоянном давлении. Цикл ГТУ с подводом теплоты при постоянном объеме. Понятие о степени сжатия рабочего тела в компрессоре, степень повышения давления в камере сгорания, Степень предварительного расширения рабочего тела в камере сгорания. Изображение циклов ГТУ в PV-, TS-диаграммах. Определение термического КПД и методы повышения КПД ГТУ. Преимущества и недостатки ГТУ с различным подводом теплоты.

Цикл парогазовых установок. Схема установки. Принцип действия. TS-диаграмме. Определение термического КПД и параметров состояний цикла. Преимущества и недостатки.

Двигатели внутреннего сгорания (ДВС). Принцип работы и основные элементы ДВС. Степень давления рабочей смеси. Основные элементы двигателей. Принцип действия четырехтактных и двухтактных ДВС. Преимущества и недостатки.

Холодильные установки. Холодильные агенты и хладоносители. Схемы установок. Принцип действия. Компрессионные, абсорбционные и парожеторных холодильные установки. Основы расчетов.

## Перечень рекомендованной литературы

### Основная:

1. Костерев, Ф. М. Теоретические основы теплотехники / Ф. М. Костерев, В. И. Кушнырев. – Москва : Энергия, 1978. – 360 с.
2. Афанасьев, В. Н. Задачник по технической термодинамике и теории тепломассообмена / В. Н. Афанасьев, С. И. Исаев, И. А. Кожин ; под ред. В. И. Крутова, Г. В. Петражицкого. – 2-е изд., стереотипное. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2011. – 384 с.
3. Зубарев, В. Н. Практикум по технической термодинамике : учеб. пособие для теплоэнерг. спец. вузов / В. Н. Зубарев, А. А. Александров, В. С. Охотин. – Москва : Энергоатомиздат, 1986. – 304 с.
4. Ривкин, С. Л. Теплофизические свойства воды и водяного пара / С. Л. Ривкин, А. А. Александров. – Москва : Энергия, 1980. – 484 с.
5. Овчинников, Ю. В. Основы технической термодинамики : Учебник / Ю. В. Овчинников. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2010. – 292 с.

### Дополнительная:

1. Гухман, А. А. Об основах термодинамики / А. А. Гухман. – Москва : Энергоатомиздат, 1986. – 384 с.
2. Жуковский, В. С. Термодинамика / В. С. Жуковский ; под общ. ред. А. А. Гухмана. – Москва : Энергоатомиздат, 1983. – 304 с.
3. Ерохин, В. Г. Сборник задач по основам гидравлики и теплотехники : учеб. пособие / В. Г. Ерохин, М. Г. Маханько. – изд. 4-е. – Москва : Либроком, 2012. – 240 с.

## Тепломассообмен

Механизмы и законы переноса теплоты теплопроводностью, конвекцией и излучением. Передача тепла от газов к телу. Передача теплоты через плоскую и цилиндрическую стенку в стационарном тепловом состоянии. Тепловое сопротивление многослойной стенки. Расчет теплопередачи при граничных условиях 1-го и 3-го рода.

Теплоотдача за счет конвекции.

Законы излучения твердых тел. Излучение газов.

Теплообменные аппараты и их расчет.

Виды передачи тепла. Основные положения учения о теплопроводности. Температурное поле, стационарное и нестационарное температурное поле, тепловой поток. Коэффициент теплопроводности, его

физический смысл, коэффициент теплопроводности газов, жидкостей, диэлектриков, металлов. Стационарное тепловое состояние. Расчет удельного теплового потока, количества теплоты, которое передается при теплопроводности, конвекции, излучении. Определение количества тепла, температур на границах слоев при передаче тепла теплопроводностью через плоскую и цилиндрическую одно- и многослойную стенки при граничных условиях 1-го рода. Передача тепла от одной среды к другой через плоскую и цилиндрическую одно- и многослойную стенки при граничных условиях 3 рода. Коэффициент теплопередачи. Определение удельного теплового потока и количества тепла, температур на поверхностях и на границах слоев при передаче тепла через плоскую и цилиндрическую одно- и многослойную стенки при граничных условиях 3 рода. Критический радиус изоляции, его определение.

Конвективный теплообмен. Основные положения конвективного теплообмена. Коэффициент теплоотдачи и его определение для частных случаев конвективного обмена с использованием справочной литературы. Определение удельного теплового потока и количества тепла.

Излучения. Передача тепла излучением. Законы теплового излучения (Планка, Вина, Релея-Джинса, Кирхгофа, Стефана-Больцмана, Ламберта). Понятие о серых тела. Теплообмен излучением между серыми телами. Излучение газов. Коэффициент теплоотдачи излучением.

Теплообменные аппараты.

Рекуперативные теплообменные аппараты. Назначение. Классификация. Схемы и конструкции. Применение рекуперативных теплообменных аппаратов. Преимущества и недостатки. Схемы движения теплоносителей. Основные положения теплового расчета. Средний температурный напор при прямотоке и противотоке. Коэффициент теплопередачи. Определение конечных температур горячего и холодного теплоносителя при прямотоке. Определение конечных температур горячего и холодного теплоносителя при противотоке.

Регенеративные теплообменные аппараты. Назначение. Классификация. Схемы, конструкции и применение регенеративных теплообменных аппаратов. Преимущества и недостатки.

Методы расчетов теплообменных аппаратов. Методики теплового конструктивного, проверочного, компоновочного, гидромеханического расчетов теплообменных аппаратов. Их цели и задачи. Расчет аппаратов с оребренной поверхностью теплообмена. Методы интенсификации теплообмена в теплообменных аппаратах.

## Перечень рекомендованной литературы

### Основная:

1. Беляев, Н. М. Основы теплопередачи : учебник / Н. М. Беляев. – Киев : Вища шк., 1989. – 343 с.
2. Задачник по технической термодинамике и теории тепломассообмена / В. Н. Афанасьев, С. И. Исаев, И.А. Кожин [и др.] ; под общ. ред. В.И. Крутова, Г.В. Петражицкого. – Москва : Высшая школа, 1986. – 383 с.
3. Ерохин, В. Г. Сборник задач по основам гидравлики и теплотехники : учеб. пособие / В. Г. Ерохин, М. Г. Маханько. – изд. 4-е. – Москва : Либроком, 2012. – 240 с.

### Дополнительная:

1. Тепломассообмен : учеб. пособие для студ. вузов / С. И. Гинкул, В. И. Шелудченко, В. В. Кравцов, С. В. Палкина. – Донецк : Норд-пресс, 2006. – 298 с.
2. Гинкул, С. И. Вопросы тепло- и массопереноса в материалах, нагрева и охлаждения металла: учеб. пособие для студ. металлург. спец. вузов Украины / С. И. Гинкул, В. И. Шелудченко, В. В. Кравцов ; Донецкий гос. технический ун-т. – Донецк : [б. и.], 2000. – 160 с.

## Механика жидкости и газов (Гидрогазодинамика)

Статика. Кинематика. Динамика. Расчеты потери энергии при движении жидкостей. Гидрогазодинамические расчеты трубопроводов и каналов. Применение уравнение Бернулли в технических расчетах и устройствах. Утечка жидкости через отверстия, насадки, сопла. Гидравлические машины. Нагнетатели.

Статика. Условия равновесия жидкости. Вывод уравнения Паскаля. Статика в сжимаемой среде. Барометрическая формула. Применение основного уравнения гидростатики для газов. Статики двух газов. Статика дымовой трубы.

Кинематика. Предмет кинематики жидкости. Уравнение сплошности для реального стока.

Динамика. Уравнения движения. Уравнения движения (Эйлера) для идеальной несжимаемой жидкости. Уравнение Бернулли. Энергетическая и геометрическая интерпретации уравнение Бернулли. Потери энергии. Уравнение Бернулли в избыточном давлении.

Расчеты потери энергии при движении жидкостей. Потери на трение в потоке несжимаемых сред. Коэффициент трения для ламинарного и турбулентного движения. Потери в местных сопротивлениях, выбор коэффициентов и расчетной скорости. Гидростатические сопротивления (потери геометрического давления).

Гидрогазодинамические расчеты трубопроводов и каналов. Потери на трение в потоке сжимаемой среды. Определение пропускной способности.

Применение уравнения Бернулли в технических расчетах и устройствах. Дроссельный расходомер. Диафрагма, сопло, труба Вентури. Расчетные формулы, гидравлическое сопротивление. Измерение скорости и расхода с помощью трубок скоростного напора; принцип измерения динамического давления. Явления кавитации, негативные последствия; методы предотвращения кавитации, расчетные формулы. Гидравлический удар, причины возникновения на практике, негативные последствия, методы предотвращения.

Утечка жидкости через отверстия, насадки, сопла. Истечение как процесс перехода потенциальной энергии в кинетическую и термодинамический процесс расширения. Истечение несжимаемых сред через отверстия, коэффициент сжатия струи, коэффициент расхода. Истечение через цилиндрические насадки: конфузор и диффузор. Истечение сжимаемых сред (газов высокого давления), критическое, докритическое и сверхкритическое истечения. Форма сопла, уравнение Гюгонио; комбинированное сопло Лавалья.

Гидравлические машины. Нагнетатели. Понятие о гидравлических машинах и нагнетателях. Классификация нагнетателей по конструктивному признаку. Показатели работы нагнетателей. Вентиляторы, дымососы. Компрессоры, газодувки, эксгаустеры. Насосы, условия безкавитационной работы. Правила эксплуатации нагнетателей. Работа трубопроводов с оборудованием для повышения давления.

## Перечень рекомендованной литературы

Основная:

1. Баскаков, А. П. Теплотехника : учеб. для вузов / Теплотехника : учеб. для вузов / А. П. Баскаков, Б. В. Берг, О. К. Витт [и др.] ; под общ. ред. А. П. Баскакова. – 2-е изд., перераб. – Москва : Энергоатомиздат, 1991. – 224 с.

2. Аверин, С. И. Механика жидкости и газа : учеб. для вузов / С. И. Аверин. – Москва : Металлургия, 1987. – 304 с.

Дополнительная:

1. Ерохин, В. Г. Сборник задач по основам гидравлики и теплотехники : учеб. пособие / В. Г. Ерохин, М. Г. Маханько. – изд. 4-е. – Москва : Либроком, 2012. – 240 с.
2. Гиргидов, А. Д. Техническая механика жидкости и газа : учеб. для вузов / А. Д. Гиргидов. – Санкт-Петербург : Изд-во СПбГТУ, 1999. – 395 с.



**КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ВСТУПИТЕЛЬНОГО  
ИСПЫТАНИЯ ДЛЯ АБИТУРИЕНТОВ  
НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ**

**13.03.01 «ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА»**

Объектом контроля знаний студентов являются результаты выполнения письменных заданий экзаменационного билета. Экзаменационный билет для вступительных испытаний по специальности образовательного уровня «бакалавр» направления подготовки 13.13.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» содержит 3 блока заданий различного уровня сложности.

Каждому заданию билета присваивается определенное количество баллов в соответствии со значимостью каждого задания в общем ответе билета.

Таблица 1 – Структура экзаменационного билета

№ задания	Характер задания	Значимость вопроса в задании, балл	Значимость задания, балл
1.	Задание содержит 5 тестовых вопросов первого уровня	6	30
2.	Задание содержит 3 задачи второго уровня	12	36
3.	Задание содержит 2 задачи третьего уровня	17	34
ВСЕГО:			100

Первый уровень содержит 5 тестовых вопросов. Каждый правильный ответ на вопрос оценивается в 6 баллов.

Второй уровень содержит 3 задачи. Правильное решение задачи оценивается в 12 баллов. Оценка за решение задачи в 10 баллов выставляется при полном и обоснованном решении задачи и наличии отдельных несущественных недостатков. Оценка ответа на 8 баллов выставляется при неполном решении задачи. Оценка ответа на 6 баллов выставляется при решении задачи с существенными ошибками. При отсутствии единиц измерения в промежуточных и результирующих вычислениях снимается по

одному баллу. Оценка в 0 баллов выставляется в случае отсутствия решения задачи.

Третий уровень содержит 2 задачи. Правильное решение задачи оценивается в 17 баллов. Оценка за решение задачи в 15 баллов выставляется при полном и обоснованном решении задачи и наличии отдельных несущественных недостатков. Оценка ответа на 10 баллов выставляется при неполном решении задачи. Оценка ответа на 5 баллов выставляется при решении задачи с существенными ошибками. При отсутствии единиц измерения в промежуточных и результирующих вычислениях снимается по одному баллу. Оценка в 0 баллов выставляется в случае отсутствия решения задачи.

По сумме баллов, набранных по билету, выставляется общая оценка.

Знания студентов оцениваются по 100-балльной шкале. Считается, что студент положительно сдал экзамен, если количество баллов составляет 60 – 100.