

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ ДНР**  
**ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ**  
**УНИВЕРСИТЕТ»**  
Кафедра «Промышленная теплоэнергетика»

**ПРОГРАММА**  
**ПРОФИЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ**  
Образовательный уровень «Магистр»  
Направление подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»  
Приём 2022 года

Донецк – 2022

## **1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Программа профильных испытаний при поступлении на образовательный уровень «магистр» направления подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (на базе образовательного уровня «бакалавр») дневной и заочной форм обучения разработана на основе следующих документов: ГОСВПО по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»; рабочих учебных планов подготовки бакалавров по профилям: «Теплоэнергетика», «Тепловые электрические станции» и «Энергетический менеджмент» указанного направления.

Целью экзамена на профильных испытаниях является проверка готовности решать конкретные практические задачи на основе знаний, полученных после изучения дисциплин учебного плана бакалавра соответствующих направлений подготовки.

Экзамен проводится в письменной форме путем ответа на задания билета. Во время сдачи экзамена на профильных испытаниях испытуемый должен показать: определенный уровень знаний базовых положений в области теплоэнергетики и дисциплин общепрофессиональной подготовки, на которых она базируется, а также умение хорошо применять теоретические знания при решении практических задач теплоэнергетики и анализировать реальные условия и процессы функционирования теплотехнических и теплоэнергетических объектов, обрабатывать и обобщать полученные результаты, готовить обоснованные рекомендации, принимать обоснованные решения для достижения поставленных целей; знание учебной специальной нормативной, справочной и научно-технической литературы и свою готовность к повышению профессионального уровня.

При подготовке к ответу испытуемый может пользоваться программой соответствующего профильного испытания. Экзаменационная работа выполняется в специальных проштампованных тетрадях для письменных ответов на задания экзаменационного билета, которые абитуриент получает на вступительном экзамене. Цвет ручки – синий.

## **2 СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЙ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ, ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ И ВОПРОСОВ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ЕГО ВЫПОЛНЕНИЯ**

В качестве базовых для экзамена на профильных испытаниях определены следующие дисциплины: «Техническая термодинамика», «Тепломассообмен», «Теория сжигания и горелочные устройства» («Топливо и устройства»), «Источники и системы теплоснабжения» («Источники теплоснабжения и тепловые сети», «Источники теплоснабжения промышленных предприятий»), «Котельные установки промышленных предприятий» («Котельные установки»), «Системы производства и распределения энергоносителей» («Источники энергии»).

### **I. Техническая термодинамика**

1. Основные понятия. Термодинамическая система и ее взаимодействие с окружающей средой.
2. Первый закон термодинамики.
3. Основные газовые законы.
4. Теплоемкость газов.
5. Исследование основных термодинамических процессов.
6. Второй закон термодинамики.
7. Свойства и процессы идеальных газов.
8. Реальные газы, водяной пар. Влажный воздух.
9. Термодинамическое равновесие. Истечение и дросселирование газов и пара.
10. Процессы в тепловых машинах.
11. Циклы идеальных поршневых газовых двигателей и газовых турбин.
12. Циклы паросиловых установок. Цикл Ренкина.
13. Обратные циклы тепловых машин.
14. Работоспособность термодинамических систем.

**Рекомендуемая литература: [1-4]**

### **II. Тепломассообмен**

1. Общие положения теории теплопроводности. Температурное поле, температурный градиент, тепловой поток, закон Фурье, коэффициент теплопроводности.

2. Стационарная теплопроводность. Передача теплоты через плоскую стенку. Граничные условия первого, второго и третьего рода.
3. Передача теплоты через цилиндрическую стенку. Критический диаметр изоляции цилиндрической стенки. Условия эффективной работы изоляции.
4. Теплопроводность в стержне (ребре) постоянного поперечного сечения. Теплопередача через плоскую ребристую стенку.
5. Нестационарная теплопроводность. Критерии, характеризующие процесс. Регулярный тепловой режим.
6. Конвективный теплообмен. Гидродинамический и тепловой пограничный слой. Уравнение теплоотдачи.
7. Общие положения теории подобия. Критерии подобия. Критериальные уравнения. Условия подобия физических процессов.
8. Обработка результатов экспериментов. Определяющий размер и температура.
9. Теплоотдача при вынужденном течении жидкости в трубах. Участок гидродинамической и тепловой стабилизации. Вязкостно-гравитационный режим. Теплоотдача при ламинарном режиме, теплоотдача при турбулентном режиме.
10. Теплоотдача при вынужденном поперечном обтекании труб и пучков труб.
11. Теплоотдача при свободном течении жидкости в большом объеме. Теплоотдача при свободном течении жидкости в ограниченном пространстве.
12. Теплообмен при пленочной конденсации неподвижного чистого пара.
13. Теплообмен при пузырьковом кипении жидкости в неограниченном пространстве. Режимы кипения. Коэффициенты теплоотдачи при кипении.
14. Тепло- и массообмен в двухкомпонентных средах. Тепло и массообмен при конденсации пара из парогазовой смеси. Тепло - и массообмен при испарении жидкости в парогазовой среде.
15. Тепловое излучение. Основные законы теплового излучения.

#### **Рекомендуемая литература: [5-10]**

### **III. Теория сжигания и горелочные устройства (Топливо и устройства)**

1. Топливо и его значение. Характеристика топлива и пыли.
2. Механизм и кинетика горения топлива.
3. Горение твердого, газообразного и жидкого топлива.
4. Физико-химические и технологические приведенные характеристики топлива.
5. Классификация топлива.
6. Схемы пылеприготовления.
7. Понятия теоретической, калориметрической и действительной температуры горения.
8. Конструкции устройств для горения топлива.
9. Расчет горелочных устройств. Выбор устройств для горения топлива.
10. Анализ процессов образования токсических и агрессивных продуктов сгорания в топках котлов.

#### **Рекомендуемая литература: [11-16]**

### **IV. Источники и системы теплоснабжения (Источники теплоснабжения и тепловые сети;**

#### **Источники теплоснабжения промышленных предприятий)**

1. Характеристики энергоносителей. Общие понятия о системах производства и обеспечения энергоносителями промышленных и общественных потребителей.
2. ТЭС и КЭС, сравнение их параметров. Принципиальные схемы ТЭЦ. Комбинированная выработка и отпуск электроэнергии и теплоты.
3. Классификация котельных в системах теплоснабжения. Схемы котельных установок.
4. Паровые системы теплоснабжения. Паровые котельные и состав их оборудования. Тепловые схемы промышленных котельных.
5. Водогрейные котельные и их классификация. Состав оборудования водогрейных котельных.
6. Устройства генерирования и использования тепловой энергии.
7. Теплоносители, виды тепловой нагрузки и потребителей тепловой энергии.
8. Системы отопления и горячего водоснабжения. Методы регулирования отпуска теплоты и их сравнительные характеристики.
9. Графики изменений температур и расхода теплоносителей. Оборудование тепловых пунктов. Аккумуляирование теплоты.

10. Энергетическая эффективность централизованного и автономного энергообеспечения.
13. Схемы распределения теплоснабжения промышленных предприятий и основное оборудование тепловых сетей.
14. Теплоизоляционные материалы (ТИМ) и изделия. Классификация ТИМ по строению, средней плотности и происхождению. Органические и минеральные ТИМ.

**Рекомендуемая литература: [17-24]**

#### **V. Котельные установки промышленных предприятий**

##### **(Котельные установки)**

1. Общая схема, источники теплоты, материальный, тепловой и эксергетический балансы котельной установки.
2. Топочные процессы и устройства.
3. Основы теории горения. Горелки, форсунки, их конструкции, подбор, расчеты.
4. Топки, их классификация, конструкция, подбор, расчеты. Горение промышленных отходов.
5. Организация тепловосприятия и движения воды, пароводяной смеси и пара.
6. Водяной режим и качество воды.
7. Аэродинамика газозооушного тракта котла. Расчеты теплообмена в топке.
8. Методика теплового расчета котла.
9. Основы гидродинамического расчета парогенераторов с естественной и принудительной циркуляцией.
10. Газовое и воздушное сопротивление трактов котла. Основы аэродинамического расчета.
11. Тепловая схема.
12. Характеристики и конструкции котлов. Энергетические, водогрейные, пароводогрейные котлы. Котлы производственных технологических систем.
13. Выработка пара в элементах теплотехнического оборудования и установок. Энерготехнологические агрегаты.
14. Основные элементы и материалы. Расчеты на прочность. Дополнительное оборудование.
15. Работа котла на переменных режимах.
16. Совместная работа котлов при постоянной и переменной нагрузках.
17. Перераспределение нагрузки между котлами. Эксплуатация котлов. Направления развития котельных установок.

**Рекомендуемая литература: [11, 12, 15, 25-31]**

#### **VI. Системы производства и распределения энергоносителей (Источники энергии)**

1. Системы производства, распределения и потребления энергоресурсов.
2. Газовый баланс предприятия.
3. Схема газоснабжения промышленных предприятий и ее основные элементы.
4. Характеристика основных элементов газотранспортной системы.
5. Основные принципы определения расхода газа.
6. Характеристика систем воздухооунабжения промышленных предприятий.
7. Принципиальная схема компрессорной станции.
9. Схема кислородной станции промышленных предприятий.
10. Системы водоснабжения с последовательным использованием воды.
11. Потребители технической воды. Расход воды на нужды предприятия. Бессточные системы водоснабжения.
12. Оборотное и прямоточные системы водоснабжения. Устройства для очистки и охлаждения оборотной воды.
13. Основные элементы систем производства холода. Централизованная схема холодооунабжения.
14. Потребители искусственного холода на промышленных предприятиях. Комбинированные системы теплохолодооунабжения.
15. Закрытые и открытые системы централизованного холодооунабжения. Хладоносители.
16. Принцип составления газовых балансов предприятий.
17. Основные принципы обеспечения нормального функционирования систем производства, распределения и потребления энергии.

**Рекомендуемая литература: [23, 33-39]**

### 3 КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОФИЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Профильные испытания при поступлении на образовательный уровень «магистр» направления подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (на базе образовательного уровня «бакалавр») дневной и заочной форм обучения сдаются в виде письменного экзамена. Экзаменационный билет содержит три задания различного уровня сложности по теории, технологии и оборудованию систем производства, преобразования, снабжения, распределения, использования и потребления энергоносителей во всех отраслях народного хозяйства. Каждому заданию билета присваивается определенное количество баллов в соответствии со значимостью каждого задания в общем ответе билета (табл. 1).

Таблица 1 - Структура экзаменационного билета

| № задания | Характер задания                      | Значимость вопроса в задании, балл | Значимость задания, балл |
|-----------|---------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| 1.        | Задание содержит 15 тестовых вопросов | 4                                  | 60                       |
| 2.        | Задание содержит 2 задачи             | 10                                 | 20                       |
| 3.        | Задание содержит 1 задачу             | 20                                 | 20                       |
| ВСЕГО:    |                                       |                                    | 100                      |

**Первое задание** - тестовое. Задание состоит из 15-ти простых вопросов минимальной сложности по следующим дисциплинам: «Техническая термодинамика», «Тепломассообмен», «Теория сжигания и горелочные устройства» («Топливо и устройства»), «Источники и системы теплоснабжения» («Источники теплоснабжения и тепловые сети», «Источники теплоснабжения промышленных предприятий»), «Котельные установки промышленных предприятий» («Котельные установки»), «Системы производства и распределения энергоносителей» («Источники энергии»), и трех ответов на каждый из вопросов, один из которых верный. Количество баллов за каждый правильный ответ на один тест – 4 балла. Максимальная балльная оценка за каждый тест снижается на 4 балла (до 0 баллов), если: а) выбран неправильный ответ; б) выбрано два и более варианта ответа, даже если среди них выбран правильный ответ; в) ответ отсутствует. Итоговая максимальная сумма баллов за верно выполненное первое задание (за 15 тестовых задач) - 60 баллов.

**Второе задание** содержит две задачи средней сложности по дисциплинам «Котельные установки промышленных предприятий» («Котельные установки») и «Тепломассообмен». Максимальное количество баллов за каждую верно решенную задачу - 10 баллов, то есть максимальная сумма баллов за выполненное второе задание (за 2 задачи) - 20 баллов. Соответствующее количество баллов рассчитывается следующим образом:

**9 – 10 баллов** - бакалавр полностью решил задачу, получил правильный ответ и привел его полное обоснование. Решение задачи на бумаге оформлено качественно, изложено в лаконичной форме, логично, последовательно и аргументированно;

**7 - 8 баллов** - бакалавр получил правильный ответ, но он недостаточно обоснован (либо ответ не приведен в конце задачи) или решение задачи содержит незначительные непринципиальные неточности и исправления;

**5 - 6 баллов** - бакалавр получил ответ, записал правильный ход решения задачи, но в процессе решения допустил ошибку вычислительного или логического (при обосновании) характера;

**3 – 4 балла** - бакалавр существенно приблизился к правильному конечному результату или начал решать задачу правильно, но в процессе решения допустил ошибки в применении необходимого утверждения или формулы и в результате нашел лишь часть правильного ответа; при изложении решения задачи на бумаге допущена некоторая непоследовательность;

**2 балла** - бакалавр лишь начал правильно решать задачу или начал решать ее ошибочным путем, но в дальнейшем отдельные этапы решения выполнил правильно (выполнил тождественные преобразования, решил уравнение и т.п.); материалы решений задач изложены на бумаге не в полном объеме, с исправлениями и имеют существенные ошибки принципиального характера;

**1 балл** – если решение задачи не отвечает ни одному из вышеприведенных критериев (выбраны неверные принципы решения, задача неверно решена, ответ неправилен, отсутствуют числовые расчеты и тому подобное);

**0 баллов** – студент не начал решать задачу (полное отсутствие решения) либо подменил условия задачи.

**Третье задание** содержит более сложную комплексную задачу по дисциплинам «Котельные установки промышленных предприятий» («Котельные установки»), «Источники и системы теплоснабжения» («Источники теплоснабжения и тепловые сети», «Источники теплоснабжения промышленных предприятий»). Максимальная оценка за верно решенную задачу (максимальная сумма баллов за задание) – 20 баллов. Соответствующее количество баллов рассчитывается следующим образом:

**17 - 20 баллов** – бакалавр полностью решил задачу, получил правильный ответ и привел полное его обоснование. Решение задачи на бумаге качественно оформлено, изложено в лаконичной форме, логично, последовательно и аргументированно;

**13 - 16 баллов** – бакалавр получил правильный ответ, но он недостаточно обоснован (либо ответ не приведен в конце задачи) или решение задачи содержит незначительные непринципиальные неточности и исправления;

**9 - 12 баллов** – бакалавр получил ответ, записал правильный ход решения задачи, но в процессе решения допустил ошибку вычислительного или логического (при обосновании) характера; допустил неточности в обозначениях;

**5 - 8 баллов** – бакалавр существенно приблизился к правильному конечному результату или начал решать задачу правильно, но в процессе решения допустил ошибки в применении необходимого утверждения или формулы и в результате нашел лишь часть правильного ответа; при изложении решения задачи на бумаге допущена некоторая непоследовательность;

**2 - 4 балла** – бакалавр лишь начал правильно решать задачу или начал решать ее ошибочным путем, но в дальнейшем отдельные этапы решения выполнил правильно (выполнил тождественные преобразования, решил уравнение и тому подобное); материалы решения задачи изложены на бумаге не в полном объеме, с исправлениями и имеют существенные ошибки принципиального характера;

**1 балл** – если решение задачи не отвечает ни одному из вышеприведенных критериев (выбраны неверные принципы решения, задача неверно решена, ответ неправилен, отсутствуют числовые расчеты и тому подобное);

**0 баллов** – если студент не начал решать задачу (полное отсутствие решения) либо подменил условия задачи.

Знания студентов оцениваются по 100 - балльной шкале. Считается, что студент положительно сдал экзамен, если количество баллов составляет 60 – 100 (минимальный проходной балл – 60, максимальное количество баллов – 100). Участники испытаний, экзаменационная работа которых была оценена менее чем на 60 баллов, к участию в конкурсе на зачисление и к последующим экзаменам не допускаются.

#### 4 ЛИТЕРАТУРА

1. Ткаченко С.И. Основы технической термодинамики / С.И. Ткаченко, М.М. Нарядный// Учебник с грифом МОН. - Винница: Подолье-2000. - 2004. - 352 с.
2. Кириллин, В.А. Техническая термодинамика: учебник / В.А. Кириллин, В.В. Сычев, А.Е. Шейндин. - 5-е изд., перераб. и доп. - Москва: МЭИ, 2008. - 496 с.
3. Техническая термодинамика / Под ред. В.И. Базарова. - Москва: Высшая школа, 1991. - 347с.
4. Задачник по технической термодинамике и тепломассообмену / Под редакцией В.И. Крутого, Т.Г. Петражецкого. - Москва: Высшая школа, 1986. - 354 с.
5. Михеев Н.А., Михеева И.Н. Основы теплопередачи. - Москва: Энергия, 1977. - 344 с.
6. Беляев Н.Н. Основы теплопередачи. Киев: Высшая школа, 1989. - 343 с.
7. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. - Москва: Энергоиздат, 1981.-416 с.
8. Теория тепломассопереноса: Учебник для вузов / С.И. Исаев, Н.А. Кожин, В.И. Кофанов и др.: Под редакцией А.И. Леонтьева. - Москва: Высшая школа, 1970. - 475 с.
9. Кутателадзе С.С, Боришанский В.Н. Справочник по теплопередаче. - Москва-Ленинград: Госэнергоиздат, 1959. - 414 с.
10. Краснощеков Э.А., Сукомел А.С. Задачник по теплопередаче. - Москва: Энергия, 1980. - 288с.
11. Частухин В.И., Частухин В.В. Топливо и теория горения. – Киев: Вища школа, 1989.
12. Д.М. Хзмалян, Я.А. Каган. Теория горения и топочных устройства. - Москва: Энергия, 1976. - 488 с.
13. Иванов Ю.В. Основы расчета и проектирования газовых горелок. – Москва: 1963. – 360с.
14. Иванов Ю.В. Газогорелочные устройства. – Москва: Издательство «Недра», 1972. – 376с.
15. Линчевский В.П. Топливо и его сжигание. – Москва: Металлургия, 1979. – 400с.
16. Казанцев Е.И. Промышленные печи: Справочное руководство для расчетов и проектирования.- Москва: Металлургия, 1975. - 368 с.
17. Ткаченко С.И. Расчеты тепловых схем и основы источников теплоснабжения / С.И. Ткаченко, М.М. Нарядный, Д.В. Степанов // Уч. пос. - Винница: ВНТУ, 2005. - 137с.
18. Тиатор И. Отопительные системы / И. Тиатор. - Москва: Техносфера, 2006. - 272с.
19. Теплофикация и тепловые сети : учебник/ Е.Я. Соколов.- 8-е изд., стер. - Москва: МЭИ, 2006.
20. Харченко С.П. Теплоснабжение промышленного района: Учеб. пособие. – Павлодар: Инновац. Евраз. ун-т, 2007.
21. Производственные и отопительные котельные. Бузников Е.Ф., Роддатис К.Ф., Берзиньш Е.Я. – Москва: Энергоатомиздат, 1984. – 467с.
22. Сафронов А.П. Сборник задач по теплофикации и тепловым сетям. – Москва: Энергоатомиздат, 1985. – 230с.
23. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника. Справочник. Под ред. Григорьева В.А. и Зарина В.М. - Москва: Энергоатомиздат, 1991. - 588 с.
24. Лямин А.А., Скворцов А.А. Проектирование и расчет конструкций тепловых сетей. - Москва: Стройиздат., 1965. – 296с.
25. Сидельковский Л.Н., Юренев В.Н. Котельные установки промышленных предприятий. - Москва: Энергия, 1988, - 528 с.
26. Справочник по котельным установкам: Топливо. Топливоприготовление. Топки и топочные процессы /Под общ.ред. М.И. Неуймина, Т.С. Добрякова. – Москва: Машиностроение, 1993.
27. Липов Ю.М., Третьяков Ю.М. Котельные установки и парогенераторы. – Москва-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотичная динамика», 2003. - 592 с.
28. Стырикович М.А., Катковская К.Я., Серов Э.П. Парогенераторы электростанций. Москва - Ленинград: Энергия, 1966. - 384 с.
29. Сидельковский Л.Н., Юренев В.Н. Парогенераторы промышленных предприятий.- Москва: Энергия, 1978. - 336 с.
30. Тепловой расчет котельных агрегатов. Нормативный метод. - Москва: Госэнергоиздат. - 332с.
31. Тепловой расчет промышленных парогенераторов / Под редакцией Частухина В.К. - Киев: Высшая школа, 1985.- 184 с.
32. Делягин Г.Н. Теплогенерирующие установки / Г.Н. Делягин, В.И. Лебедев, В.А. Пермяков. -

Москва: Машиностроение, 1986. - 342 с.

33. Промышленные тепловые электростанции / Под ред. Э.Я. Соколова. - Москва: Энергия, 1979. - 273 с.

34. Методические указания по лекционному курсу по дисциплине «Система производства и распределения энергоносителей промышленных предприятий» для студентов специальностей 6.05060101, 6.5060103, 6.05060105 дневной и заочной форм обучения. / Сост.: С.М. Сафьянц, Е.К. Сафонова, Г.Е. Константинов, А.Л. Попов, Д.Л. Безбородов. Донецк: ДонНТУ, 2007, – 183с.

35. Абрамов Н.Н. Водоснабжение; Учебник, 2-е издание. –Москва: Стройиздат, 1982. –440 с.

36. Громогласов А.А. и др. Водоподготовка: Процессы и аппараты. Уч. пособие для ВУЗов: Под ред. О.И. Мартыновой. – Москва: Энергоатомиздат, 1990. –272 с.

37. Лисиенко В.Г. и др. Системы производства и распределения энергоносителей промышленных предприятий. Уч. пособие для вузов. Под ред. Несенчука А.П. – Минск: Высшая школа, 1989. –279 с.

38. Соколов Е.Я., Бродянский В.М. Энергетические основы трансформации тепла и процессов охлаждения. –Москва: Энергия, 1982.

39. Соловьев Ю.П. Вспомогательное оборудование паротурбинных электростанций. - Москва: Энергоатомиздат. –1983.