



---

---

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**

**ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»**

---

---

Факультет энергетики и электроники

Кафедра «Промышленная теплоэнергетика»

УТВЕРЖДАЮ

Председатель приемной комиссии,  
ректор БГТУ

О.Н. Федонин

«01» июня 2020 г.



## **ПРОГРАММА**

**вступительных испытаний**

**для поступающих на направление подготовки**

**13.04.01 «Теплоэнергетики и теплотехника»,**

**профиль «Системы газоснабжения и газораспределения»**

Брянск 2020

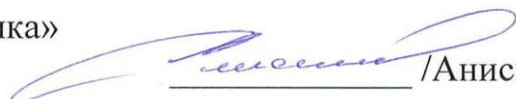
Программа вступительных испытаний для поступающих в магистратуру на направление подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», профиль «Системы газоснабжения и газораспределения»

Разработал:

Заведующий кафедрой

«Промышленная теплоэнергетика»

докт. тех. наук, доцент

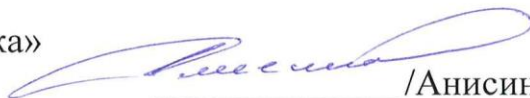
 /Анисин А.А./

Программа вступительных испытаний рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Промышленная теплоэнергетика»: протокол №8 от 12 мая 2020 г.

Заведующий кафедрой

«Промышленная теплоэнергетика»

докт. тех. наук, доцент

 /Анисин А.А./

Начальник управления  
профориентации, подготовки  
и набора абитуриентов,  
ответственный секретарь  
приемной комиссии

 /Высоцкий А.М./

© Анисин А.А.

© ФГБОУ ВО «Брянский государственный  
технический университет»

## ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Вступительное испытание при приеме в магистратуру по направлению 13.04.01 – Теплоэнергетика и теплотехника, профиль «Системы газоснабжения и газораспределения» проводится ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет» (далее – Университет, БГТУ, вуз) самостоятельно на государственном языке Российской Федерации в форме междисциплинарного письменного экзамена.

Вступительный междисциплинарный письменный экзамен представляет собой испытание по профессионально ориентированным междисциплинарным проблемам. В основу экзаменационных вопросов положены квалификационные требования, предъявляемые к бакалаврам, в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника.

Вступительные испытания могут проводиться:

- 1) при личном присутствии в университете претендента на обучение в магистратуру (контактный формат);
- 2) при отсутствии в университете претендента на обучение в магистратуру (дистанционный формат).

При контактном формате проведения вступительного испытания претендент лично присутствует на вступительном испытании, которое проводится в университете в заранее определенной аудитории.

При невозможности присутствия в университете претендента на обучение в магистратуру вступительное испытание полностью проводится с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (дистанционный формат).

Проведение вступительного испытания в дистанционном формате допускается в следующих случаях:

- при возникновении у абитуриента исключительных обстоятельств (уважительных причин), препятствующих его личному присутствию в университете для прохождения вступительных испытаний;
- при нормативно-правовом установлении особого режима работы университета, не допускающего личное присутствие абитуриентов в университете.

К исключительным обстоятельствам, препятствующим абитуриенту лично присутствовать в университете при прохождении вступительных испытаний, относится, при наличии подтверждающих документов, состояние здоровья для абитуриентов-инвалидов и абитуриентов с ограниченными возможностями здоровья.

Нормативно-правовое установление особого режима работы университета, обусловленное чрезвычайной ситуацией или режимом повышенной готовности техногенного, биологического, экологического или иного характера, регулируется нормативно-правовым актом учредителя университета или высшего должностного лица субъекта Российской Федерации и делает невозможным контактный формат проведения вступительного испытания в университет.

Решение о формате прохождения абитуриентом вступительного испытания принимает приемная комиссия университета.

При нормативно-правовом установлении особого режима работы университета, не допускающего личное присутствие абитуриентов в университете при прохождении вступительного испытания, решение о проведении вступительного испытания с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (в дистанционном формате) принимается единообразно для всех абитуриентов.

Формат проведения вступительного испытания доводится до сведения абитуриента заблаговременно.

При проведении междисциплинарного письменного экзамена университетом могут использоваться следующие дистанционные технологии: электронная информационно-образовательная среда вуза, видеоконференц-связь, электронная почта, компьютерное тестирование.

## **2. ПРОВЕДЕНИЕ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ В КОНТАКТНОМ ФОРМАТЕ**

Длительность проведения вступительного испытания в контактном формате – 3 астрономических часа (180 минут).

Экзаменационный билет содержит 4 вопроса случайным методом выбранных из перечня представленного в разделе 4 настоящей программы.

За отведенное время абитуриент должен представить письменные развернутые ответы на каждый из вопросов экзаменационного билета. Ответы абитуриент записывает на бланке приемной комиссии университета, который он получает вместе с экзаменационным билетом.

Результаты вступительного испытания оцениваются по стобальной шкале (100 баллов). За ответ на каждый из вопросов экзаменационного билета может быть начислено 25 баллов. Итоговая оценка знаний абитуриента, продемонстрированных на вступительном междисциплинарном экзамене,

рассчитывается как сумма баллов, полученных за ответ на каждый из четырех вопросов экзаменационного билета.

Минимальная положительная оценка для аттестации по экзамену - 40 баллов, максимальная оценка – 100 баллов. Общие критерии оценивания знаний абитуриента при проведении вступительного экзамена приведены в табл. 1.

После проверки результатов междисциплинарного письменного экзамена комиссия может провести индивидуальное собеседование с абитуриентом для уточнения отдельных положений в рамках вопросов билета.

Обнаружение у абитуриентов несанкционированных экзаменационной комиссией учебных и методических материалов, пользование любыми средствами передачи информации (электронными средствами связи) является основанием для принятия решения о выставлении оценки «неудовлетворительно» по результатам вступительного междисциплинарного экзамена («0» по 100-балльной шкале), вне зависимости от того, были ли использованы указанные материалы (средства) при подготовке ответа.

**Таблица 1 - Критерии оценивания знаний абитуриента при проведении вступительного междисциплинарного письменного экзамена**

<b>Количество баллов</b>	<b>Критерии оценивания</b>
21-25	Отлично. Продемонстрировано глубокое знание материала по сущности заданного вопроса; ответ изложен исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно.
16-20	Хорошо. Продемонстрировано достаточно полное знание материала по сущности заданного вопроса; ответ изложен исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно.
10-15	Удовлетворительно. Продемонстрировано общее знание изучаемого материала; ответ изложен в соответствии со структурой заданного вопроса.
0-9	Неудовлетворительно. Продемонстрировано незнание значительной части материала по сущности заданного вопроса; ответ изложен логически не грамотно

### **3. ПРОВЕДЕНИЕ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ В ДИСТАНЦИОННОМ ФОРМАТЕ**

Вступительное испытание в дистанционном формате, как правило, проводится в виде компьютерного тестирования с использованием технологии видеоконференцсвязи для идентификации личности абитуриента в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) БГТУ. Доступ к ресурсам и технологиям ЭИОС БГТУ осуществляется абитуриентом через информационно-телекоммуникационную сеть Интернет.

Длительность проведения вступительного испытания в дистанционном формате определяется заранее и фиксируется в ЭИОС БГТУ.

Результаты вступительного испытания оцениваются по стобальной шкале.

Компьютерный тест содержит фиксированное количество тестовых заданий.

Правильное выполнение каждого тестового задания оценивается определенным количеством баллов. При неполном (частичном) выполнении тестового задания сумма баллов за него пропорционально уменьшается с математическим округлением до целого числа баллов. При неправильном выполнении или невыполнении тестового задания, баллы за него не начисляются.

Общая сумма набранных баллов за правильные ответы является балльной оценкой результата сдачи абитуриентом вступительного испытания.

Основные параметры компьютерного теста, применяемого для аттестации абитуриента по вступительному испытанию для поступления в магистратуру, приведены в таблице 2.

Набор тестовых заданий формируется индивидуально для каждого абитуриента в ЭИОС университета автоматически. При этом, по каждому вопросу из перечня вопросов, выносимых на вступительные испытания (см п. 4 программы) может содержаться несколько тестовых заданий различных видов (см п. 6 программы).

Вступительное испытание в форме компьютерного тестирования проводится с применением технологии видеоконференции в режиме реального времени и может быть записано техническими средствами университета. Информация о проведении вступительного испытания с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, а также о дате, времени и способе выхода на связь для его прохождения доводится до абитуриента путем размещения информации в личном кабинете абитуриента, а также, в случае

необходимости, по другим доступным каналам связи: электронной почте, СМС-уведомлением, объявления на официальном сайте вуза в сети Интернет и др.

**Таблица 2 - Параметры компьютерного теста, применяемого для аттестации абитуриента по вступительному испытанию для поступления в магистратуру по направлению 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»**

№ п/п	Наименование параметра	Значение параметра
1	Количество заданий в тесте, шт.	25
2	Минимальное количество баллов для аттестации по вступительному испытанию	40
3	Максимальное количество баллов	100
4	Время, отведенное на прохождение теста, мин	60

Абитуриент самостоятельно технически оснащает и настраивает свое индивидуальное автоматизированное рабочее место, которое должно содержать следующие технические средства:

- персональный компьютер, подключенный к информационно-коммуникационной сети Интернет;

- web-камеру, подключенную к персональному компьютеру и направленную на абитуриента, обеспечивающую передачу видеоизображения или аудиовидеоинформации;

- комплект акустического оборудования (микрофон и звуковые колонки или только звуковые колонки в случае передачи web-камерой аудиоинформации), обеспечивающего обмен аудиоинформацией между абитуриентом и членами приемной комиссии Университета.

Доступ к ЭИОС Университета абитуриент получает после подачи заявления о приеме с приложением необходимых документов в приемную комиссию Университета и допуска к прохождению вступительных испытаний.

Университет, при необходимости, силами работников приемной комиссии оказывает консультационную поддержку абитуриента по техническим вопросам подключения индивидуального автоматизированного рабочего места абитуриента к ЭИОС Университета.

Университет, в процессе проведения компьютерного тестирования, может применять систему мониторинга процесса прохождения вступительных испытаний абитуриентом. В случае применения университетом системы мониторинга процесса прохождения вступительных испытаний абитуриент информируется об этом до начала прохождения процедуры сдачи вступительного испытания.

Аудиовидеозапись процедуры прохождения абитуриентом вступительного испытания является материалом для служебного пользования, оглашение которого возможно только по письменному разрешению председателя приемной комиссии университета, в том числе, в случае подачи абитуриентом апелляции.

Аудиовидеозапись процедуры прохождения абитуриентом вступительного испытания наряду с результатами компьютерного тестирования, рассматривается приемной комиссией университета при вынесении решения о результатах сдачи абитуриентом вступительного испытания и/или апелляционной комиссией университета в случае подачи абитуриентом апелляции.

Процедуре прохождения абитуриентом компьютерного тестирования предшествует процедура идентификации его личности, которая осуществляется путем демонстрации абитуриентом на web-камеру разворота документа, удостоверяющего его личность и содержащего фотографию, фамилию, имя, отчество (при наличии) абитуриента и позволяющего четко сличить фотографию на документе с транслируемым видеоизображением абитуриента.

Если абитуриент отказался подтвердить согласие с правилами прохождения вступительных испытаний и/или согласие на обработку персональных данных и/или не прошел процедуру идентификации личности, дальнейшие действия абитуриента по прохождению вступительного испытания невозможны, вступительное испытание считается не начатым, а по истечении сроков его прохождения – не пройденным (0 баллов).

При прохождении компьютерного тестирования, абитуриент **обязан**:

- не передавать реквизиты доступа к своей учетной записи в ЭИОС университета третьим лицам;

- обеспечить необходимые условия для работы индивидуального автоматизированного рабочего места, в том числе достаточный уровень освещенности, низкий уровень шума, отсутствие помех передаче видео и аудио сигналов;

- использовать для идентификации оригинал документа, удостоверяющего его личность, с фотографией;

- не покидать зону видимости камеры в течение всего процесса тестирования;

- не отключать микрофон и не снижать его уровень чувствительности к звуку;

- использовать в составе индивидуального автоматизированного рабочего места только одно средство вывода изображения (монитор, телевизионная



панель и др.), одну клавиатуру, один манипулятор (компьютерную мышь, трекпойнт и др.);

- не привлекать на помощь третьих лиц, не отвлекаться на общение с третьими лицами и не предоставлять доступ к компьютеру посторонним лицам;

- не использовать справочные материалы, представленные на различных носителях (книги, записи в бумажном и электронном видах и др.), электронные устройства, не входящие в состав автоматизированного рабочего места (мобильные телефоны, планшеты и др.), дополнительные мониторы и компьютерную технику, не открывать вкладки поисковых систем браузера (Яндекс, Google и др.).

Выявление экзаменационной комиссией, в том числе, с применением системы мониторинга процесса прохождения вступительных испытаний, нарушений абитуриентом указанных выше обязательств в процессе сдачи вступительного испытания, является основанием для принятия экзаменационной комиссией решения о снижении оценки или выставлении абитуриенту оценки «неудовлетворительно» по результатам вступительного испытания («0» по 100-балльной шкале).

В случае сбоев в работе оборудования и (или) канала связи на протяжении более 10 минут со стороны поступающего, прохождение вступительного испытания им прекращается, о чем составляется акт.

В течение рабочего дня проведения вступительного испытания поступающий должен проинформировать Приемную комиссию Университета (телефон, электронная почта) о причине сбоя со своей стороны. Обращение рассматривается Приемной комиссией в течение 1 рабочего дня и принимается решение о признании причины сбоя уважительной или не уважительной. При необходимости у поступающего могут быть запрошены документы, подтверждающие причину сбоя (болезнь, чрезвычайная ситуация, стихийное бедствие, отсутствие электричества, иные обстоятельства). При наличии уважительной причины сбоя со стороны обучающегося, а также в случае, если сбой произошел со стороны Университета, поступающему предоставляется возможность пройти вступительное испытание в резервный день (резервное время) в соответствии с расписанием.

В случае невыхода поступающего на связь в течение 15 минут или более с начала проведения вступительного испытания, он считается неявившимся, при этом поступающему предоставляется возможность пройти вступительное испытание в резервный день в соответствии с расписанием.

Все спорные случаи рассматриваются Приемной комиссией Университета в индивидуальном порядке.

#### 4. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ, ВЫНОСИМЫХ В ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ БИЛЕТЫ

##### Техническая термодинамика.

1. Что называют термодинамической системой и термодинамическим процессом? Какие существуют способы представления изменения состояния термодинамической системы. Объясните, каким образом термодинамический процесс, изображённый на  $p-v$  диаграмме можно представить в  $T-s$  диаграмме.

2. Зачем вводится в техническую термодинамику понятие об идеальном газе? Каким образом на основании молекулярно-кинетической теории можно получить характеристическое уравнение состояния для идеального газа?

3. Назовите универсальное уравнение состояния идеального газа. На каких законах основан его вывод. Объясните физический смысл универсальной газовой постоянной.

4. Что такое газовая смесь? Назовите способы задания смесей газов. Объясните методику определения кажущейся молекулярной массы, газовой постоянной и парциального давления компонентов для смеси идеальных газов.

5. Какая существует взаимосвязь между массовыми, объёмными и молярными долями компонентов входящих в смесь идеальных газов?

6. Объясните, чем реальные газы отличаются от идеальных. Назовите возможные способы описания состояния реальных газов и дайте им краткую сравнительную оценку.

7. Что называют термодинамическими процессами? Объясните физический смысл известных форм передачи энергии от одних тел к другим при протекании термодинамических процессов. Чем отличаются между собой обратимые и необратимые процессы?

8. Что понимается под внутренней энергией идеального и реального газов? От каких параметров зависит внутренняя энергия газа? Является ли внутренняя энергия функцией состояния или процесса?

9. Объясните, каким образом можно получить выражение для аналитического определения работы в произвольном термодинамическом процессе?

10. Сформулируйте первый закон термодинамики. Какие особенности его аналитического выражения для статических и перемещающихся в пространстве систем.

11. Что называют энтальпией? В чём заключается её физический смысл?

12. Дайте определение удельной теплоёмкости. Что такое истинная и средняя теплоёмкость. Объясните методику определения средней теплоёмкости при помощи таблиц теплоёмкостей.

13. Что такое теплоёмкость при постоянном объёме и при постоянном давлении? Какова взаимосвязь между ними? Объясните, почему теплоёмкость при постоянном объёме меньше теплоёмкости при постоянном давлении.

14. Объясните методику определения количеств тепла через среднюю теплоёмкость с учётом показателя политропы процесса. В чём заключаются особенности определения средней теплоёмкости для газовых смесей?

15. Объясните, каким образом можно определить теплоёмкость идеального газа на основании положений молекулярно-кинетической теории.

16. Какая функция называется энтропией? В чём заключается физический смысл энтропии?

17. Для каких целей в термодинамике используется функция состояния, называемая энтропией? По каким зависимостям возможно рассчитать фактическое значение и изменение энтропии в произвольном термодинамическом процессе?

18. С какой целью, и каким образом рассчитывается среднеинтегральная температура протекания произвольного термодинамического процесса?

19. Что называется эксергией? Для каких целей в термодинамике используется эта функция? Объясните методику количественной оценки эксергии.

20. Дайте определение основным термодинамическим процессам. Как они изображаются на  $p-v$  и  $T-s$  диаграммах. Напишите зависимости соотношений между основными термодинамическими параметрами и энергетическими характеристиками для каждого из процессов.

21. Объясните особенности количественной оценки изменения состояния рабочего тела при протекании адиабатного процесса.

22. Какие процессы называют политропными? При использовании каких зависимостей можно оценить изменение состояния рабочего тела в политропном процессе? Каким образом можно рассчитать количество тепла, изменение внутренней энергии и работу при протекании политропного процесса?

23. С использованием обобщённой  $p-v$  диаграммы проведите анализ политропных процессов. Какие из процессов предпочтительно использовать в качестве основных в энергетических машинах и почему?

24. Запишите уравнение для определения теплоёмкости политропного процесса и продемонстрируйте, как из данного уравнения можно получить теплоёмкости при всех основных термодинамических процессах. Поясните, в каких политропных процессах и почему теплоёмкость будет отрицательной. Что это означает?

25. Что называют круговым процессом (или циклом)? Какие бывают циклы? Каким образом оценивают эффективность циклов?

26. Опишите обратимый цикл Карно. Объясните динамику изменения энтропии в замкнутой адиабатной системе, если в ней протекают обратимые и необратимые процессы. Сформулируйте второй закон термодинамики.

27. Какие фазовые переходы веществ существуют в природе? При помощи каких фазовых диаграмм возможно описание физических свойств веществ, какова их (диаграмм) структура?

28. Объясните механизм фазового перехода в веществах (на примере воды). Изобразите  $h-s$  диаграмму водяного пара и поясните её структуру. Объясните методику определения теплоты, работы и изменения внутренней энергии для основных процессов в условиях фазовых переходов вещества при помощи диаграммы.

29. Что называют скрытой теплотой фазового перехода? Объясните методику её определения для различных веществ и видов фазового перехода (уравнение Клапейрона-Клаузиуса).

30. Объясните, в чём заключается смысл тепловой теоремы Нернста?

31. Запишите уравнение первого закона термодинамики для потока. Объясните смысл всех величин, входящих в это уравнение. Как выглядят уравнения адиабатного потока в форме давления и энтальпии? Каким образом можно определить скорость истечения и расход реального газа?

32. Запишите основное уравнение газодинамики и на его основе объясните особенности течения газов по каналам переменного сечения.

33. Объясните методику расчёта скорости истечения и расхода идеального газа при адиабатном процессе. Проанализируйте уравнение расхода идеального газа. Что такое критическое соотношение давлений и как его определить?

34. Объясните методику расчёта скорости истечения и расхода реального газа. Почему в этом случае нельзя применять расчётные зависимости, справедливые для идеального газа?

35. Назовите способы смешивания газов. Объясните методику определения основных термодинамических параметров смеси при различных способах смешивания.

36. В чём заключается особенность изменения энтропии при смешивании газов?

37. Что называется влажным воздухом? Какими способами описывается состояние влажного воздуха? Опишите структуру  $h-d$  диаграммы влажного воздуха. Как изображаются основные процессы влажного воздуха в  $h-d$  диаграмме?

38. Дайте описание одноступенчатого поршневого компрессора. Изобразите действительную индикаторную диаграмму одноступенчатого компрессора. Объясните, какой процесс сжатия является энергетически выгодным и почему нельзя получить газ высокого давления в одноступенчатом компрессоре.

39. Объясните, почему в практике сжатия газов и паров применяют многоступенчатые компрессоры. Используя теоретическую индикаторную диаграмму, объясните, при каких условиях необходимо осуществлять многоступенчатое сжатие.

40. Объясните принцип действия центробежного компрессора?

41. Дайте сравнительную оценку эффективности циклов газовых двигателей внутреннего сгорания. Объясните влияние особенностей конструкции двигателя и его режимных характеристик на эффективность преобразования тепла в работу?

42. Объясните принцип действия холодильной установки. Что называют холодопроизводительностью и холодильным коэффициентом? Какая из существующих типов холодильных установок является наиболее совершенной и почему?

43. Объясните принцип действия воздушной холодильной установки (ВХУ). Проанализируйте её термодинамический цикл и объясните, почему подобные энергетические машины имеют относительно невысокий показатель эффективности.

44. Объясните принцип действия парокомпрессорной холодильной установки (ПХУ). Проанализируйте эффективность цикла ПХУ при различных способах снижения температуры рабочего тела перед входом в испаритель.

45. Для каких целей используются тепловые насосы? Объясните принцип действия теплового насоса и изобразите его термодинамический цикл. Каким показателем оценивается эффективность теплового насоса?

46. Изобразите принципиальную схему паротурбинной установки и объясните принцип её работы. Как выглядит цикл ПТУ на  $p-v$ ,  $T-s$  и  $h-s$  диаграммах. Объясните методику оценки термического КПД паротурбинной установки.

47. Объясните влияние основных параметров рабочего тела на величину термического КПД паротурбинной установки.

48. Назовите способы повышения термического КПД паротурбинной установки. В каких случаях используется вторичный перегрев пара на выходе из турбины. Каким образом это влияет на работу установки и на показатели эффективности цикла?

49. Объясните принцип работы паротурбинной установки с регенерацией теплоты. Объясните методику оценки термического КПД для данной конструктивной схемы установки.

50. Влияет ли вид рабочего тела на эффективность цикла паротурбинной установки. Изобразите функциональную схему и объясните принцип действия установки работающей по бинарному циклу. Проведите сравнительную оценку бинарного цикла ПТУ с классическим по степени заполнения идеального цикла Карно.

### **Основы теплопередачи.**

1. Сформулируйте основной закон распространения теплоты путём теплопроводности. Объясните, каким образом можно оценить количество тепла, передаваемого через однородную стенку заданной площади и толщины.

2. Какие факторы влияют на протекание процесса конвективного теплообмена. Объясните сущность существующих методов количественной оценки процессов конвективного теплообмена.

3. Перечислите уравнения, определяющие зависимость между величинами, характеризующими процесс конвективного теплообмена и сформулируйте условия, обеспечивающие возможность их применения для решения практических задач.

4. Каким образом учение о подобии явлений может быть использовано при решении практических задач, связанных с расчётами количеств передаваемого тепла? Объясните сущность понятия «критерий подобия» и то, каким образом он может быть получен?

5. Объясните методику формирования критериев гидродинамического подобия. Сформулируйте физический смысл каждого из них.

6. Объясните методику формирования критериев теплового подобия. Сформулируйте физический смысл каждого из них.

7. Что называют «критериальными уравнениями»? Какова их структура, способы получения и методика практического использования.

8. Объясните, как влияет направление теплового потока на теплообмен при вынужденном движении жидкости в гладких каналах. Каким образом направление теплового потока учитывается в критериальных уравнениях?

9. Объясните методику теплового и гидродинамического расчёта конвективных теплообменных аппаратов.

10. В чём заключается сущность основных физических законов излучения, представляющих интерес для качественной и количественной оценки процесса теплообмена излучением.

11. Объясните механизм процесса теплообмена излучением между двумя поверхностями, расположенными параллельно по отношению друг к другу. Виды теплопереноса: теплопроводность, теплоотдача, тепловое излучение и их движущие силы. Сложный теплоперенос.

### **Гидрогазодинамика. Гидравлика трубопроводных систем.**

1. Перечислите основные физические свойства капельных жидкостей. Объясните, что такое вязкость жидкости.

2. Что такое гидростатическое давление? В каких единицах оно может измеряться и какова связь между ними? Перечислите свойства гидростатического давления. Объясните, что такое вакуум абсолютное и избыточное давление.

3. Назовите основные дифференциальные уравнения равновесия жидкого тела. Что называют поверхностью равного давления в жидкости. Объясните методику определения формы свободной поверхности покоящейся жидкости при различных комбинациях действующих на неё сил.

4. Используя дифференциальные уравнения равновесия жидкости, выведите основное уравнение гидростатики. Сформулируйте закон Паскаля. Объясните принцип действия гидравлических машин, устройство которых основано на использовании закона Паскаля.

5. Объясните физический и энергетический смысл пьезометрического и полного гидростатического напоров.

6. Объясните методику определения сил давления жидкости на плоские фигуры (стенки резервуаров) аналитическим способом. Каким образом можно определить координату точку приложения силы давления?

7. Объясните методику определения силы давления жидкости на криволинейную стенку.

8. Назовите виды движения жидкости. Объясните структуру потока жидкости. На какие категории разделяются потоки жидкости? Назовите характеристики потока жидкости.

9. Назовите уравнения Бернулли для установившегося движения идеальной жидкости, элементарной струйки вязкой жидкости и потока вязкой жидкости. Чем отличаются друг от друга эти уравнения? Объясните физический смысл геометрического, пьезометрического и скоростного напоров. Что называют полным гидродинамическим напором?

10. Назовите уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости. Объясните его физический и энергетический смысл.

11. Продемонстрируйте примеры практического приложения уравнения Бернулли при решении одной из элементарных технических задач: определения высоты всасывания центробежного насоса; определения расхода жидкости при помощи простейшего дроссельного расходомера; определения конструктивных размеров струйного насоса (эжектора).

12. Каким образом учитываются потери напора на преодоление сопротивлений при движении жидкости в каналах?

13. Какие существуют режимы движения жидкости? Объясните методику определения режима движения жидкости. Влияет ли режим движения жидкости на величину потерь напора при движении жидкости по прямым участкам каналов и через местные сопротивления?

14. Назовите основные причины путевых потерь напора и объясните методику их определения при ламинарном и турбулентном режимах движения жидкости. Объясните влияние состояния внутренней поверхности канала на величину путевых потерь при различных режимах движения жидкости. Какие существуют зоны сопротивления при движении жидкости по трубам в условиях изменения скоростей и шероховатости внутренней поверхности трубы? По каким зависимостям для каждой из зон можно определить коэффициент гидравлического трения?

15. Назовите причины потерь напора при движении жидкости через местные сопротивления и объясните методику их определения при различных режимах движения.

16. Проанализируйте механизм возникновения потерь при внезапном расширении и внезапном сужении потока жидкости. В каком из указанных сопротивлений можно прогнозировать большие потери напора при «прочих равных условиях».

17. Каковы особенности оценки потерь напора при постепенном расширении и постепенном сужении потока жидкости.

18. Объясните методику определения расхода жидкости при её истечении в газовую среду через отверстие в тонкой стенке при постоянном напоре. Объясните, что такое коэффициенты сжатия, скорости и расхода.

19. Объясните методику расчёта времени, необходимого для изменения уровня в сосуде (или времени опорожнения сосуда) при отсутствии постоянного притока жидкости.

20. Объясните причины, способствующие увеличению расхода жидкости через насадки по сравнению с отверстиями при «прочих равных условиях».

21. Сформулируйте и обоснуйте условия, необходимые для эффективной работы насадка. Дайте краткую характеристику (коэффициент расхода, область применения) основным видам насадков.

22. Назовите уравнение для расчёта простого трубопровода. Объясните, что такое потребный, располагаемый и статический напоры. Каким образом в этом уравнении учитываются потери напора? Что называют кривой потребного напора и характеристикой трубопровода?

23. Объясните методику расчёта простого трубопровода с целью определения потребного напора, расхода жидкости и внутреннего диаметра.

24. Объясните методику расчёта сложных трубопроводов с транзитным расходом жидкости (последовательное и параллельное соединение простых трубопроводов).

25. Объясните методику расчёта разветвлённых трубопроводных сетей.

26. Объясните механизм возникновения гидравлического удара в трубах. Каким образом можно оценить ожидаемое повышение давления при гидравлическом ударе? Назовите методы борьбы с гидравлическим ударом.

### **Котельные установки и парогенераторы.**

1. Приведите схемы котельной и парогенераторной установок в комплексе со вспомогательным оборудованием.

2. Поясните принцип работы барабанного и прямоточного паровых котлов, чем принципиальное различие между ними?

3. Опишите процессы, происходящие в пароводяном тракте котла, по диаграммам состояния воды и водяного пара.

4. Опишите размещение и назначение поверхностей нагрева в барабанном и прямоточном котлах.

5. Что такое тепловая схема котла. Приведите пример тепловой схемы барабанного и прямоточного котла. Как распределяется теплота между поверхностями нагрева в зависимости от параметров пара?

6. Опишите обмуровочные ограждения и тепловую изоляцию, применяемые в современных котлах ТЭС. Какое влияние обмуровочные ограждения оказывают на конструкцию каркаса и фундамента, на тепловую работу котла?

7. Приведите характеристики основных схем и обзор основных технологических процессов в системах организации сжигания твердых топлив.

8. Перечислите экзотермические и эндотермические реакции, протекающие при горении топлива. Что такое энергия активации? Как она влияет на скорость горения и состав дымовых газов?

9. Приведите основные зависимости, характеризующие интенсивность горения. Перечислите температурные и концентрационные условия, при которых происходит горение.

10. Приведите график определения температур воспламенения, горения и потухания при заданной температуре поверхности теплоотвода и поясните его.

11. Поясните, что такое период индукции. Как происходит воспламенение микрообъемов горючей смеси? Что понимается под полным и неполным горением?



12. Поясните механизм воспламенения топливно-воздушной смеси в топке. Что такое фронт горения? Каким образом можно интенсифицировать процесс воспламенения и стабилизировать процесс горения?

13. Охарактеризуйте зоны топочной камеры: зону ядра факела, зону догорания. Что такое условная длина факела?

14. Как изменяются геометрические и температурные характеристики факела относительно высоты топки при изменении характеристик топлива (теплоты сгорания, влажности, зольности, выхода летучих), вида топлива (твердого, жидкого, газообразного), расхода топлива, окислителя?

15. Приведите основные зависимости расчета газовых горелок.

16. Приведите принципиальную схему регулирования процесса горения и поясните ее.

17. Как изменятся условия сжигания при изменении избытка воздуха; изменении влажности топлива?

18. Перечислите основные факторы эффективного использования топлива в паровом котле. Напишите уравнение теплового баланса котла и дайте характеристику каждой его составляющей.

19. Как изменяется тепловосприятие радиационных и конвективных участков пароперегревателя при изменении расхода топлива в топку? Как при этом меняется температура пара на выходе из радиационных участков пароперегревателя; из конвективных?

20. Опишите последовательность конструктивного и теплового поверочного расчета топки.

21. Опишите задачи, методы и последовательность конструктивного и поверочного теплового расчета котла.

22. Напишите и поясните уравнения, описывающие процессы в пароводяном тракте: материального баланса, баланса энергии потока рабочей среды, теплового баланса обогреваемой стенки, движения и состояния.

23. Что такое тепловая и гидравлическая разверки? Как влияет сочетание тепловой и гидравлической разверки на надежность металла труб?

24. Как влияют коллекторы с различным подводом рабочей среды на гидравлическую разверку?

25. Что такое общекотловая и межвитковая пульсации потока? Как они влияют на тепловое состояние парогенерирующих труб?

26. Опишите и поясните основные закономерности естественной циркуляции.

27. Поясните связь между недогревом до кипения в верхнем и нижнем барабанах и высотой экономайзерного участка.

28. Поясните методику гидравлического расчета простого и сложного контуров естественной циркуляции.

29. Какими критериями определяется надежность естественной циркуляции?

30. Опишите полную гидравлическую характеристику парообразующей трубы и ее значение для оценки надежности циркуляции.

31. Опишите гидродинамику опускных труб и ее влияние на надежность циркуляции.

32. Как влияет нагрузка котла на надежность циркуляции?

33. Как создается искусственная тяга в котлах, работающих под разрежением; под давлением?

34. Как производится регулирование производительности вентиляторов?

35. Как производится регулирование производительности дымососов?

36. Перечислите типы сопротивлений газовоздушному потоку, опишите порядок расчета этих сопротивлений.

37. Поясните особенности организации движения воздуха и газов для котлов, работающих под разрежением и под давлением.

38. С какой целью и какими средствами организуется рециркуляция воздуха и дымовых газов?

39. Опишите качественную картину движения газов окологорелочных устройств; по высоте топки. Способ сжигания выбрать самостоятельно.

40. Опишите порядок аэродинамического расчета воздушного тракта котельной установки.

41. Опишите порядок аэродинамического расчета газового тракта котельной установки.

42. Перечислите эксплуатационные режимы работы котлов и основные показатели, характеризующие режим работы котла. Поясните сущность понятия: маневренность блока, регулировочный диапазон и диапазон допустимых нагрузок, приемистость котла, стационарный и нестационарный режимы, стартовый режим.

43. Как влияет организация топочного режима на надежность поверхностей нагрева котла?

44. Как меняются статические характеристики котла при изменении расхода топлива в топку?

45. Постройте статические характеристики котла при изменении воздушного режима топки.

46. Приведите анализ работы котла при изменении влажности топлива, подаваемого в топку.

47. Начертите пусковую схему блока с барабанным котлом и поясните её работу.

48. Начертите пусковую схему блока с прямоточным котлом и поясните её работу.

49. Опишите порядок пуска и останова водогрейного котла пиковой котельной ТЭЦ.

### **Эксплуатация теплоэнергетического оборудования.**

1. Основные положения отраслевой системы технического обслуживания и ремонта энергетического оборудования. Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок.

2. Производственно - техническая документация на котельные; теплоэнергетические установки; трубопроводы и оборудование, подведомственные Госгортехнадзору.

3. Техническое обслуживание и методы диагностирования теплоэнергетического оборудования.

4. Текущий и капитальный; плановый и аварийный; остановочный и регламентируемый ремонты. Агрегатный, обезличенный и поточный методы ремонта.

5. Использование современных технологий, материалов и прогрессивных методов эксплуатации для увеличения жизненного цикла и остаточного ресурса энергетического оборудования.

6. Планирование ремонтных работ. Ремонтный цикл и межремонтный период энергетического оборудования. Трудоемкость, категории сложности и продолжительность ремонтных работ. Годовые и месячные графики ремонтов.

7. Подготовка производства ремонтных работ. Техническая, технологическая и конструкторская подготовка оборудования к ремонту.

8. Техничко - экономические показатели и методика оценки качества технического обслуживания и ремонта теплоэнергетического оборудования. Факторы, условия и пути повышения качества технического обслуживания, ремонта и эксплуатации теплоэнергетических систем.

9. Программа испытаний и ее основные положения. Методика подготовки и проведения испытаний теплоэнергетических установок.

10. Основные показатели надежности и методы их расчета. Классификация отказов.

11. Виды испытаний на надежность. Планирование испытаний на надежность.

12. Расчет показателей надежности на основании законов распределения отказов и при ограниченном числе опытных данных.

13. Основной объем работ при техническом обслуживании и текущем ремонте объемных и лопастных насосов. Структура, трудоемкость и продолжительность циклов технического обслуживания и ремонта.

14. Эксплуатационные испытания центробежных и поршневых насосов. Снятие напорных и кавитационных характеристик. Регулирование и совместная работа насосов.

15. Особенности эксплуатации и испытаний вентиляционных установок. Виды оборудования. Основной объем работ при техническом обслуживании и текущем ремонте.

16. Основной объем работ при техническом обслуживании и текущем ремонте поршневых и центробежных компрессоров. Структура, трудоемкость и продолжительность циклов технического обслуживания и ремонта.

17. Эксплуатационные испытания поршневых и центробежных компрессоров. Определение энергетических, газодинамических характеристик и технико - экономических показателей на различных режимах их работы.

18. Эксплуатация тепловых сетей. Виды оборудования. Рабочие характеристики, особенности эксплуатации. Основной объем работ при техническом обслуживании и текущем ремонте.

19. Гидравлические и тепловые испытания трубопроводных систем теплоэнергетических установок. Современные методы диагностики технического состояния и пути повышения надежности работы тепловых сетей.

20. Теплообменные аппараты. Виды оборудования. Рабочие характеристики и особенности эксплуатации. Основной объем работ при техническом обслуживании и текущем ремонте. Эксплуатационные испытания теплообменных аппаратов. Программа балансовых испытаний теплообменных аппаратов.

21. Эксплуатация котельных установок. Виды основного и вспомогательного оборудования. Рабочие характеристики, особенности диагностики технического состояния при эксплуатации. Основной объем работ при техническом обслуживании и текущем ремонте.

22. Особенности эксплуатации и испытаний теплообменных элементов котлоагрегата: радиационных поверхностей, конвективного пароперегревателя, экономайзера и воздухоподогревателя.

23. Показатели тепловой надежности работы котлоагрегата: отсутствие застоя циркуляции; отсутствие заброса пара из барабана в опускные трубы; отсутствие расслоения пароводяной смеси; проверка кратности циркуляции, температурного режима и гидравлической развертки труб.

24. Режимно - наладочные испытания котлоагрегата: определение оптимального коэффициента избытка воздуха, определение оптимального положения факела в топке, определение максимальной кратковременной нагрузки.

### **Технологические энергоносители промышленных предприятий.**

1. Система теплоэнергоснабжения предприятия и ее значение для эффективного использования энергоресурсов.

2. Источники и виды потребляемой предприятием энергии. Технологические энергоносители их характеристика.

3. Обобщенные показатели и характеристики системы теплоэнергоснабжения предприятия и ее элементов. Оптимизация построения системы.

4. Топливо-энергетический баланс предприятия и его особенности для предприятий с энергоемким технологическим оборудованием и неэнергоемким. Функции и задачи энергохозяйства предприятия.

5. Распределение технологических энергоносителей на предприятиях. Изменение параметров среды при транспортировке. Установки для регулирования параметров энергоносителей.

6. Доставка, разгрузка, хранение и подача твердого топлива к потребителям.

7. Системы топливоснабжения предприятий.

8. Потребители мазута, система хранения и подготовки мазута. Определение потребности в мазуте для предприятия.

9. Системы снабжения предприятий природным газом. Газовые сети.

10. Потребители газообразного топлива. Неравномерность газопотребления и методы ее выравнивания.

11. Межцеховые газопроводы. ГРП и ГРУ. Характеристики естественных и искусственных газов.

12. Газовый баланс предприятия (металлургического завода).

13. Сжиженные углеводородные газы.

14. Установки, потребляющие технологические энергоносители на предприятиях. Неравномерность потребления, износ оборудования. Определение объемов потребления.

15. Определение энергетического потенциала внутренних энергоресурсов.

16. Установки, генерирующие технологические энергоносители на предприятиях. Источники энергоресурсов, получаемых предприятием извне. Особенности доставки их на предприятие.

17. Характеристика потребителей сжатого воздуха, требования к качеству его.

Графики расхода сжатого воздуха потребителями. Учет и выравнивание неравномерности воздухопотребления.

18. Получение сжатого воздуха на станции, оборудованной поршневыми компрессорами. Схема, основное и вспомогательное оборудование.

19. Принципы размещения и комплектации компрессорных станций предприятий. Наружные сети сжатого воздуха.

20. Типы компрессоров для производства сжатого воздуха. Классификация компрессоров. Системы смазки и охлаждения компрессоров.

21. Контроль основных параметров при работе компрессорной установки. Подготовка воды для охлаждающих систем.

22. Требования к водоснабжению промышленных предприятий, характеристики потребителей промышленной воды.

23. Перспективы развития систем водоснабжения и рационализация водопотребления на предприятии. Каскадное использование воды.

24. Насосные станции систем водоснабжения предприятия. Автоматизация насосных станций

25. Очистка сточных вод от механических примесей.

26. Сооружения для охлаждения оборотной воды.

27. Водопроводы и водопроводные сети. Расчет сетей и водоводов. Расчет охладителей воды.

28. Очистка и использование кислотосодержащих и малоэмульсионных вод.

Очистка и использование шламовых вод и вод, содержащих органические загрязнения.

29. Назначение трансформаторов тепла и их классификация по температурной области работы.

30. Общая характеристика хладагентов и криоагентов.

31. Область использования трансформаторов тепла. Хладагенты, хладоносители. Криогенные установки и криоагенты.

32. Классификация трансформаторов тепла по способу получения холода.
33. Абсорбционные холодильные установки. Парокомпрессионные трансформаторы тепла одно- и многоступенчатого сжатия. Хладагенты. Пароэжекторные холодильные установки. Хладагенты.
34. Струйные холодильные установки. Хладагенты.
35. Сравнение идеальных и реальных парожидкостных компрессионных трансформаторов тепла.
36. Энергетическое сравнение абсорбционных и компрессионных установок.
37. Продукты разделения воздуха и их промышленные потребители. Принцип разделения воздуха методом низкотемпературной ректификации.
38. Классификация установок низкотемпературной ректификации воздуха. Ректификационные установки высокого давления. Ректификационные установки низкого давления. Получение азота и кислорода.
39. Классификация воздуходелительных низкотемпературных установок. Воздухоразделительные установки среднего и высокого давления. Получение инертных газов.
40. Ректификационные установки для получения жидкого азота и кислорода. Применение турбодетандера.

#### **Режимы работы энергетических установок.**

1. Что такое конденсационный режим работы турбоагрегата?
2. Как влияет на отпуск теплоты потребителям из выхлопа турбоагрегата при снижении его внутреннего относительного КПД?
3. Какие факторы ограничивают максимальную электрическую мощность турбоагрегата типа ПТ при высокой тепловой нагрузке теплофикационных отборов?
4. Что такое отбор пара на отопительные нужды?
5. Что такое нетто-КПД котлоагрегата энергетического назначения?
6. В каких случаях минимально допустимая нагрузка турбоагрегата теплофикационной ПТУ превышает его «технический минимум»?
7. Что такое диаграмма рабочих режимов турбоагрегата с регулирующими теплофикационными отборами?
8. Как влияет на располагаемый теплоперепад турбоагрегата изменение режима работы при дроссельном регулировании мощности турбоагрегата?
9. Как влияет изменение мощности турбоагрегата на величину внутреннего относительного КПД?
10. Что такое абсолютный электрический КПД паротурбинной установки?
11. Чем отличаются расходы пара на входе в турбину и на входе в конденсатор на конденсационных режимах работы ПТУ?
12. Что такое поправка на относительное увеличение удельного расхода теплоты при выработке дополнительной конденсационной мощности?

13. Какие факторы влияют на минимальную мощность турбоагрегата при низкой тепловой нагрузке теплофикационного отбора?
14. Что такое внутренний относительный КПД процесса расширения пара в проточной части турбоагрегата?
15. Какими факторами ограничивается минимальная мощность турбоагрегата на конденсационных режимах работы ПТУ?
16. Как зависит удельный расход теплоты на выработку электрической энергии от изменения электрической нагрузки?
17. Что такое нормативная мощность турбоагрегата с регулируемым теплофикационным отбором?
18. Как изменяется расход свежего пара на турбоагрегат типа ПТ, если заданы электрическая и отопительная нагрузка?
19. Как влияет сезонный характер тепловой нагрузки потребителя на выработку электроэнергии турбоагрегатами с противодавлением?
20. Почему на режимах, близких к номинальной теплофикационной нагрузке, маневренность турбоагрегата типа ПТ ограничена?
21. Почему исследование режимов работы энергоагрегатов ТЭС не проводится в лабораториях на опытных установках?
22. Какие последствия повлечет снижение расхода пара на входе в ЦНД ниже уровня минимального пропуска пара в конденсатор теплофикационной ПТУ?
23. Что такое КПД теплового потока и как он влияет на расход котловой теплоты при работе турбоагрегата?
24. Как формируется НТД по топливоиспользованию ТЭС? Каков срок действия НТД по топливоиспользованию ТЭС?
25. Что такое минимальный пропуск пара в конденсатор теплофикационной ПТУ?
26. Как зависит удельный расход теплоты на выработку электрической энергии от внутреннего относительного КПД?
27. Как изменяется расход свежего пара на турбоагрегат типа ПТ, если заданы электрическая и производственная нагрузка ?
28. Чем отличаются турбоагрегаты конденсационного и теплофикационного типа?
29. Как зависит удельный расход теплоты на выработку электрической энергии от изменения давления на входе в турбоагрегат при работе регулирующих клапанов нагрузки?
30. Чем отличаются графики удельных расходов теплоты на выработку электрической энергии для турбоагрегатов с одним регулируемым теплофикационным отбором пара и с противодавлением?
31. Что такое диаграмма рабочих режимов турбоагрегата конденсационного типа?
32. Что такое нормативный удельный расход теплоты на выработку электрической энергии?
33. Как определить потери теплоты «в холодный источник», что для этого необходимо знать?

34. Какими факторами ограничивается максимальная мощность турбоагрегата на конденсационных режимах работы ПТУ?
35. Как влияет изменение мощности турбоагрегата на величину электромеханического КПД?
36. Что такое двухступенчатый подогрев сетевой воды?
37. Как влияет изменение мощности турбоагрегата на величину КПД теплового потока?
38. В каких случаях теплофикационные турбоагрегаты работают на конденсационных режимах?
39. Чем отличаются расходы пара на входе и выходе из турбоагрегатов типа «Р»?
40. Как зависит удельный расход теплоты на выработку электрической энергии от располагаемого теплоперепада ПТУ?
41. Как меняется расход пара при смене режима работы турбоагрегата в зависимости от вырабатываемой мощности?
42. Как резервируются технологические нужды? Как резервируются отопительные нужды?
43. Как оценивается производственная нагрузка турбоагрегата типа ПТ?
44. Что такое потери теплоты с уходящими газами при работе котлоагрегата энергетического назначения?
45. Что такое конденсационная выработка теплофикационного турбоагрегата на заданной тепловой нагрузке?
46. Как оценивается отопительная нагрузка турбоагрегата типа ПТ?
47. Что такое потери теплоты от наружного ограждения при работе котлоагрегата энергетического назначения?
48. Какие факторы влияют на минимальную мощность турбоагрегата при высокой тепловой нагрузке теплофикационного отбора?

### **Теплотехнические измерения и автоматизация тепловых процессов.**

1. Объясните, что понимают под принципом и методом измерения. Какие методы применяются для проведения теплотехнических измерений?
2. Что называют средствами измерений? Какова их классификация?
3. Что называют погрешностями измерений? На какие основные группы они подразделяются?
4. Какие существуют методы нормирования погрешностей для технических средств измерения? Объясните их сущность.
5. Объясните методику определения закона распределения случайных погрешностей при проведении точных измерений. С какой целью это необходимо выполнять?
6. Объясните методику выравнивания статистического ряда результатов измерения функцией нормального закона распределения.
7. Объясните, каким образом можно провести оценку случайных погрешностей при проведении точных измерений.
8. Каким образом проводится оценка погрешности результатов косвенных измерений теплотехнических величин.



9. Перечислите погрешности, свойственные техническим средствам измерения. Объясните, по каким критериям определяется протяжённость их рабочей зоны.

10. В каких целях, и каким образом проводится оценка динамической погрешности технических средств измерения теплофизических величин.

11. Как определить пределы основной абсолютной погрешности технического средства измерения, если известен его класс точности.

12. Объясните, в чём заключаются основные особенности выбора средств измерения при проведении динамических измерений.

13. Что такое температура? Объясните физическую сущность используемых в технике способов измерения температуры?

14. Перечислите используемые в настоящее время температурные шкалы. Какая существует взаимосвязь между ними? Каким образом, и при помощи каких средств измерения они могут быть воспроизведены.

15. Какие существуют группы термометров расширения? Объясните особенности измерения температуры при помощи жидкостных термометров расширения повышенной точности.

16. В чём заключаются преимущества и недостатки жидкостных термометров расширения с жидкометаллической и органической термометрической жидкостью?

17. Что такое термоэлектрический преобразователь (ТЭП)? На каких физических явлениях основан принцип его действия? Назовите стандартные типы ТЭП, используемые при технических измерениях температуры. В каких диапазонах изменения температуры возможно их использование?

18. Перечислите основные источники погрешности при измерении температуры с помощью термоэлектрических преобразователей и поясните их сущность.

19. Объясните методику определения градуировочной характеристики термоэлектрического преобразователя. Какое оборудование и приборы для этого необходимы?

20. Какие промежуточные и вторичные преобразователи могут быть использованы в измерительных комплектах с термоэлектрическим преобразователем (ТЭП)? Объясните принцип действия магнитоэлектрического милливольтметра и назовите особенности измерения температуры комплектом ТЭП – милливольтметр.

21. В чём заключается принцип компенсационного метода измерения ЭДС, генерируемой термоэлектрическим преобразователем?

22. Объясните устройство и принцип действия автоматического потенциометра (АП). Каким образом корректируется температура «холодного спая» термоэлектрического преобразователя в пассивном термостате АП при проведении измерений температуры? Каким образом проводится поверка и настройка этого прибора?

23. Объясните устройство и принцип действия нормирующего преобразователя для введения информации от термоэлектрического преобразователя в ЭВМ.

24. Что такое термопреобразователь сопротивления (ТС)? На каких физических явлениях основан принцип его действия? Назовите стандартные типы ТС, используемые при технических измерениях температуры. В каких диапазонах изменения температуры возможно их использование?

25. Объясните методику оценки работоспособности термопреобразователя сопротивления и определения его градуировочной характеристики.

26. Перечислите типы вторичных приборов, работающих в комплекте с термопреобразователем сопротивления (ТС). Какие существуют способы подключения ТС ко вторичному прибору, и в каких случаях они используются?

27. Объясните принцип действия уравновешенных (неавтоматических и автоматических) мостов и нормирующих преобразователей для термопреобразователей сопротивления.

28. Объясните особенности методики измерения температуры контактными методами. Какие при этом существуют способы учёта и уменьшения погрешности измерения?

29. На каких физических явлениях и законах основан метод измерения температуры тел по их тепловому излучению? Какие для этого существуют приборы и какую “температуру” они способны измерять?

30. На каких конкретных физических явлениях основан принцип действия пирометра частичного излучения? Объясните, как устроен этот прибор, какие существуют особенности его использования для измерения температуры. Объясните методику проведения его поверки.

31. Объясните устройство, принцип действия пирометров спектрального соотношения и пирометров полного излучения. Какие существуют особенности при измерении температуры при помощи этих приборов.

## 5. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### *Основная литература.*

1. Кириллин В.А., Сычёв В.В., Шейндлин А.Е. Техническая термодинамика / В.А.Кириллин, В.В. Сычёв, А.Е. Шейндлин. – Изд. 3-е. – М.: Энергоиздат, 1984. – 448 с.

(Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55878.html>, 35 экз.)

2. Техническая термодинамика: Учеб. для машиностроит. спец. вузов /В. И. Крутов, С. И. Исаев, И. А. Кожинов и др.; Под ред. В. И. Крутова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1991. – 384 с.

3. Исаев С.А. Термодинамика / С.А. Исаев. – Изд. 2-е. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2000. – 412 с.

4. Нащокин В.В. Техническая термодинамика и теплопередача /В.В.Нащокин. – Изд. 3-е, испр. и доп. – М.: Высш. школа, 1980. – 469 с.

5. Андрианова Т.Н., Дзампов Б.В., Зубарев В.Н., Ремизов С.А. Сборник задач по технической термодинамике / Т.Н. Андрианова, Б.В. Дзампов, В.Н. Зубарев, С.А.Ремизов. – Изд. 3-е. – М.: МЭИ, 2000. – 294 с.

6. Кудинов В.А., Карташов Э.М. Техническая термодинамика /В.А. Кудинов, Э.М.Карташов. – М.: Высш. школа, 2000. – 261 с.
7. Овчинников Ю.В. Основы технической термодинамики [Электронный ресурс] : учебник / Ю.В. Овчинников. – Электрон. текстовые данные. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010. – 293 с.  
(Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47708.html>)
8. Брюханов, О.Н. Тепломассообмен: учеб. для вузов/ О.Н. Брюханов. – М.: ИНФРА-М, 2013.–463 с.
9. Кудинов, А.А. Тепломассообмен: учеб. пособие для вузов/ А.А. Кудинов.– М.: ИНФРА-М, 2012.–374 с.
10. Примеры и задачи по тепломассообмену: учеб. пособие/ В.С. Логинов [и др.] – Изд. 2-е, испр. и доп. – СПб. [и др.]: Лань, 2011. – 255 с.
11. Кудинов, А.А. Газодинамика: Учеб. пособие /А.А. Кудинов. - М.: ИНФРА-М, 2012. - 335 с. - (Высшее образование).
12. Лойцянский, Л.Г. Механика жидкости и газа /Л.Г. Лойцянский. - М.: Дрофа, 2003. - 840 с.
13. Попов, Д.Н. Гидромеханика / Д.Н. Попов [и др.]. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. - 382 с.
14. Лапшев, Н.Н. Гидравлика / Н.Н. Лапшев. - М.: АCADEMIA, 2010. - 268 с.
15. Степчков, А.А. Задачник по гидрогазовой динамике / А.А. Степчков. - М.: Машиностроение, 1980. - 182 с.
16. Сборник задач по машиностроительной гидравлике / Д.А. Бутаев [и др.]. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. - 447 с.
17. Быстрицкий Г.Ф. Основы энергетики : учеб. для бакалавров. - 4-е изд., стер. - М. : Кнорус, 2017. - 350 с. : ил.
18. Быстрицкий Г.Ф. Основы энергетики : учеб. для вузов. - 4-е изд., стер. - М. : Кнорус, 2013. - 350 с. : ил.
19. Ристхейн, Э.М. Электроснабжение промышленных установок : учеб. для вузов. - М. : Энергоатомиздат, 1991. - 423с.
20. Сидельковский Л.Н. Котельные установки промышленных предприятий. Учебник для вузов/ Л.Н. Сидельковский, В.Н. Юренев (стереотипно с 1988. – М.: Изд-во ООО “БАСТЕТ”, 2009. (45 экз.)
21. Ковалев А.П., Лелеев И.С., Виленский Т.В. Парогенераторы. – М.: Энергоатомиздат, 1985.
22. Резников М.И., Липов Ю.М. Котельные установки электростанций. – М.: Энергоатомиздат, 2007.
23. Фокин В.М. Теплогенерирующие установки систем теплоснабжения. – М.: “Издательство Машиностроение-1”, 2006. – 240 с., ил.
24. Лебедев В.М. Котельные установки и парогенераторы [Электронный ресурс] : учеб. – Электрон. дан. – Москва : УМЦ ЖДТ, 2013. – 376 с. ( Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/60010>.)
25. Копылов А.С., Лавыгин В.М., Очков В.Ф. Водоподготовка в энергетике: Учебн. пособие для вузов. – М.: Издательство МЭИ, 2003. – 309 с.

26. Белан Ф.И. Водоподготовка: расчёты, примеры, задачи. – М.: Энергия, 1979. – 256 с.
27. Ящура, А.И. Система технического обслуживания и ремонта энергетического оборудования / А.И. Ящура. - М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2006. - 384 с.
28. Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок / колл. авт. - М.: Государственное унитарное предприятие «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2003. - 104 с.
29. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов (ПБ 10-574-03).-СПб.: Изд-во ДЕАН, 2004. - 69 с.
30. Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды (ПБ 10-573-03).-СПб.: Изд-во ДЕАН, 2004.- 38 с.
31. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением (ПБ 03-576-03) / Госгортехнадзор России.- СПб.: Изд-во ДЕАН, 2004.- 203 с.
32. Правила устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов (ПБ 03-581-03). - СПб.: Изд-во ДЕАН, 2004. - 32 с.
33. Типовая инструкция по технической эксплуатации тепловых сетей систем коммунального теплоснабжения. - СПб.: Изд-во ДЕАН, 2002. - 160 с.
34. Пособие для изучения «Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей» (тепломеханическая часть) - М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2000. - 480 с.
35. Сазанов Б.В., Ситас В.И. Теплоэнергетические системы промышленных предприятий: Учеб. Пособие для вузов – М.:Энергоиздат, 1990.-304 с.
36. Водное хозяйство промышленных предприятий: справ. изд.: в 4 кн./В.И. Аксенов, Я.М. Щелоков, Ю.А. Галкин, И.И. Ничкова; под ред. В.И. Аксенова. - М.: Теплотехник, 2007.
37. Павлинова, И.И. Водоснабжение и водоотведение : учеб. для бакалавров. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2013. - 472 с.
38. Курылев, Е.С. Холодильные установки: учеб. для вузов.-3-е изд.и перераб.и доп./Е.С. Курылев, Н.А. Герасимов.-М.: машиностроение, 1980.-622 с.
39. Ю.В. Кузнецов, М.Ю Кузнецов. Сжатый воздух – Екатеринбург: УрО РАН, 2007. – 510 с.
40. Парамонов, А.М. Системы воздухообеспечения предприятий : учеб. пособие для вузов. - СПб. [и др.] : Лань, 2011. - 151 с.
41. Бондаренко, Г.А. Винтовые воздушные компрессорные станции. Г.А. Бондаренко. - Сумы, 2005.
42. Михайлов, А.К. Компрессорные машины: учеб. для вузов. А.К. Михайлов, В.П. Ворошилов.-М.: Энергоатомиздат, 1989.-288 с.
43. Теплоэнергетика и теплотехника: справочник: в 4 кн.кн.3: Промышленная теплоэнергетика и теплотехника Борисов Б.Г., Борисов К.Б., Бродянский В.М., Вакулко А.Г.; под общ. ред. А.В. Клименко, В.М. Зорина. - М.: Изд-во МЭИ, 2004.-630 с.

44. Соколов Е.Я., Бродянский В.М. Энергетические основы трансформации тепла и процессов охлаждения. - Изд. 2-е. - М.: Энергоиздат, 1981 г.-335 с.
45. Глизманенко Д.А. Получение кислорода. Изд. 5-е. М.: Химия – 1972 - 752 с.
46. Ионин, А.А. Газоснабжение [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 448 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2784>
47. Кязимов К.Г., Гусев В.Е. Основы газового хозяйства: Учеб. Для проф. учебн. заведений – М.:Высш. шк., 2002. - 462 с.
48. Курылев Е.С. Холодильные установки: Учеб. – СПб.: Политехника, 2000. – 576 с.
49. Лисиенко В.Г., Щелоков Я.М., Ладыгичев М.Г. Хрестоматия энергосбережения. Справочное изд. В 2-х книгах. Книга 1. Под общ. редакцией Лисиенко В.Г. – М.: Теплоэнергетик, 2003. - 688 с.
50. Кудинов А.А. – Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнике / А.А. Кудинов, С.К. Зиганшина – М.: Машиностроение, 2011 – 373с.
51. Рафальская Т.А. Повышение эффективности и надёжности сжигания мазута на ТЭЦ и котельных [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т.А. Рафальская. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 98 с. — 978-5-4486-0229-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72809.html>
52. Буянов О.Н. Холодильное технологическое оборудование [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.Н. Буянов, Н.Н. Воробьёва, А.В. Усов. — Электрон. текстовые данные. — Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2009. — 200 с. — 978-5-89289-542-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14401.html>
53. Назмеев, Ю.Г., Лавыгин, В.М. Тепломассообменные аппараты ТЭС/Ю.Г. Назмеев, В.М. Лавыгин.- 2-е изд. -М.: Изд-во МЭИ, 2006
54. Промышленные тепломассообменные процессы и установки: Учебник для вузов/ А.М. Бакластов, В.А. Горбенко, О.Л. Данилов и др.; Под ред. А.М. Бакластова. – М.: Энергоатомиздат, 1986.-328 с.
55. Агеев М.А. Тепломассообменные процессы и установки промышленной теплотехники [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» всех форм обучения / М.А. Агеев, А.Н. Мракин. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 229 с. — 978-5-4486-0115-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70284.html>
56. Сазанов Б.В., Ситас В.И. . Теплоэнергетические системы промышленных предприятий: Учеб. пособие для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 304 с.
57. Стерман Л.С. Тепловые и атомные электрические станции. М.: Издательский дом МЭИ, 2010, 461с.
58. Черкасский В.М., Калинин Н.В., Кузнецов Ю.В., Субботин В.И. Нагнетатели и тепловые двигатели. – М.: Энергоатомиздат, 1997. – 384 с.

59. Черкасский В.М. Насосы, компрессоры, вентиляторы – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 424 с.

60. Щегляев, А.В. Паровые турбины: теория теплового процесса и конструкций турбин, учеб. для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1993. – 357 с.

61. Турбины тепловых и атомных электрических станций: учеб. для вузов; под ред. А.Г. Костюка, В.В. Фролова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МЭИ, 2001. – 488 с.

62. Тепловые двигатели и нагнетатели [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.А. Наумов [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2015. – 109 с.

(Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61415.html>.)

63. Сергеев А.Г., Латышев М.В., Терегеря В.В. Метрология, стандартизация и сертификация. Учеб. пособие. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Логос, 2003 (2010). – 560 с. 2003 (25 экз.); 2010

64. Иванова Г.М., Н.Д.Кузнецов, В.С.Чистяков. Теплотехнические измерения и приборы. Учебник для вузов. – 3 изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МЭИ, 2007 (1984) – 459 с.

65. Тартаковский Д.Ф., Ястребов А.С. Метрология, Стандартизация и технические средства измерений: Учеб. для вузов – М.: Высшая школа, 2002. – 205 с.

66. Ротач В.Я. Теория автоматического управления теплоэнергетическими процессами. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 296 с.

67. Кузнецов Н.Д., Чистяков В.С. Сборник задач и вопросов по теплотехническим измерениям и приборам. 2-ое издание. - М.: ЭАИ, 1985. – 328 с.

68. Стефани Е.П., Панько М.А., Пикина Г.А. Сборник задач по основам автоматического регулирования теплоэнергетических процессов. – М.: Энергия, 1973. – 336 с.

69. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях : учеб. для вузов / под ред. А. В. Клименко. - 2-е изд., стер. - М. : МЭИ, 2011. - 422 с.

70. Протасевич, А.М. Энергосбережение в системах теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха : учеб. пособие для вузов. - Минск ; М.: Новое знание : ИНФРА-М, 2015. - 285 с.

71. Кудинов, А.А. Энергосбережение в котельных установках ТЭС и систем теплоснабжения: монография. - М.: Инфра-М, 2016. - 320 с.

#### *Дополнительная литература.*

1. Теплоэнергетика и теплотехника: справочная серия. В 4-х кн. / Под общ. ред. А.В. Клименко, В.М. Зорина. - М.: Изд-во МЭИ, 2007.

2. Андрющенко А.И. Основы термодинамики циклов теплоэнергетических установок /А.И. Андрющенко. – Изд. 2-е. – М.: Высш. школа, 1985. – 319 с.

3. Зубарев В.Н., Александров А.А. Практикум по технической термодинамике / В.Н. Зубарев, А.А. Александров. – Изд. 2-е. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 271 с.

4. Ляшков В. И. Теоретические основы теплотехники: Учеб. пособие. – М.: Машиностроение-1, 2008. – 260 с.
5. Сычев В. В. Дифференциальные уравнения термодинамики. Учеб. пособие для теплоэнергетич. и теплофизич. спец. вузов. – 2-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 1991. – 224 с.  
(Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/57011.html>, 1 экз.)
6. Кудинов, И.В. Теоретические основы теплотехники. Часть 1. Термодинамика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И.В. Кудинов, Е.В. Стефанюк. – Электрон. дан. – Самара : АСИ СамГТУ, 2013. – 172 с.  
(Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/73897>)
7. Теория тепломассообмена: учебник для техн. ун-тов и вузов / С.И. Исаев, И.А. Кожин, В.И. Кофанов [и др.]; под ред. А.И. Леонтьева. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1997. – 683 с.
8. Теплотехника: учебник для вузов/ А.М. Архаров, И.А. Архаров, В.Н. Афанасьев [и др.]; под общ. ред. А.М. Архарова, В.Н. Афанасьева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 712 с. : илл.
9. Краснощеков Е. А. Задачник по теплопередаче/ Е.А. Краснощеков, А.С. Сукомел. - М.: Энергия, 1969. - 262 с.
10. Авчухов, В.В. Задачник по процессам тепломассообмена: учеб. пособие для вузов/ В.В. Авчухов, Б.Я. Паюсте. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 144 с. : илл.
11. Исаченко В.П. и др. Теплопередача: Учебник для вузов / В.П. Исаченко, В.А. Осипова, А.С. Сукомел. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоиздат, 1981. – 416 с., илл.
12. Арнольд Л.В. И др. Техническая термодинамика и теплопередача: Учебник для вузов / Л.В. Арнольд, Г.А. Михайловский, В.М. Селиверстов. – 2-е изд., перераб. – М.: Высш. школа, 1979. – 446 с., илл.+прил.
13. Угинчус, А.А. Гидравлика и гидравлические машины / А.А. Угинчус. - М.: ООО «Тид», 2009. - 396 с.
2. Кудинов, В.А. Гидравлика / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов. - М.: Высш. шк., 2008. - 199 с.
14. Тужилкин, А.М. Примеры гидравлических расчетов / А.М. Тужилкин [и др.]. - М.: Изд-во АСВ, 2008. - 167 с.
15. Теплотехнические этюды с Excel, Mathcad и Интернет: [учеб. пособие для вузов] / В.Ф. Очков [и др.]. - СПб.: БХВ - Петербург, 2015. - 333 с.
16. Клушин, Ю.А. Тепловые электрические станции : введ. в специальность : учеб. пособие для вузов. - М. : Энергоиздат, 1982. - 144с. - 30к.
17. Теплоснабжение и вентиляция. Курсовое и дипломное проектирование : учеб. пособие для вузов / под общ. ред. Б. М. Хрусталева. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Изд-во Ассоц. строит. вузов, 2012. - 783 с.
18. Михальченко Г.Я. Энергосбережение: правовая база, технологии и технические средства : учеб. пособие / Брян. гос. техн. ун-т. - Брянск : Изд-во БГТУ, 2005. - 302 с.
19. Ионин А.А. Газоснабжение : учеб. для вузов. - Изд. 5-е, стер. - СПб. [и др.] : Лань.

20. Сомов М.А. Водоснабжение : учебник. - М. : Инфра-М, 2007. - 285 с.
21. Парамонов, А.М. . Системы воздухообеспечения предприятий : учеб. пособие для вузов. - СПб. [и др.] : Лань, 2011. - 151 с.
22. Залкинд Е. М., Козлов Ю. В. Проектирование ограждений паровых котлов. – М.: Энергия, 1980. – 288 с., ил.
23. Лебедев И. К. Гидродинамика паровых котлов: Учеб. пособие для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 240 с., ил.
24. Зыков А. К Паровые и водогрейные котлы: Справочное пособие. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – (Б-ка тепло монтажника). 128 с.; ил.
25. Назмеев Ю.Г. Мазутные хозяйства ТЭС. – М.: Изд-во МЭИ, 2002.
26. Назмеев Ю.Г. Системы золошлакоудаления ТЭС. – М.: Издательство МЭИ, 2002.
27. Трёмбовля В. И. и др. Теплотехнические испытания котельных установок. – М., “Энергия”, 1991. – 296 с., ил.
28. Минкина С.А. Тепловой и аэродинамический расчеты котельных агрегатов [Электронный ресурс] : учебн. Пособие. – Электрон. текстовые данные. – Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. –104 с. (Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20485.html>.)
29. Жихар, Г.И. Котельные установки тепловых электростанций [Электронный ресурс] : учеб. пособие. – Электрон. дан. – Минск : Вышэйшая школа, 2015. –523 с. (Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/75127>.)
30. Кагановский А.М. и др. Очистка и использование сточных вод в промышленном водоснабжении. – М.: Химия, 1983. – 288 с.
31. Носов, В.В. Диагностика машин и оборудования / В.В. Носов. Учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. - СПб.: Изд - во «Лань», 2012. - 384 с.
32. Правила технической эксплуатации энергоустановок в вопросах и ответах / авт. - сост. В.В. Красник. - М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2006. - 160 с.
33. РД 03-421-01. Методические указания по проведению диагностирования технического состояния и определению остаточного срока службы оборудования.
34. Типовая инструкция по защите трубопроводов тепловых сетей от наружной коррозии (РД 153-34.0-20.518-2003). - СПб.: Изд-во ДЕАН, 2004. - 208 с.
35. Научно-технические журналы «Промышленная энергетика», «Теплоэнергетика», «Новости теплоснабжения», «Проблемы энергетике», «АКВАТЕРМ», «Энергосбережение», «Контроль. Диагностика», «Ремонт. Восстановление. Модернизация», «Экология», «Техника машиностроения», «Справочник. Инженерный журнал», «Газовая промышленность», «Вестник БГТУ»; тематические реферативные журналы, патентно-информационные материалы из фондов научной библиотеки и патентной группы БГТУ ( глубина поиска - последние пятнадцать лет ).
36. Новое водоподготовительное и теплообменное оборудование для промышленной энергетики и систем теплоснабжения: номенклатурный каталог 04-04/[авт.-сост. Н.Н. Бакланова и др.]-М.: ООО «Импромкаталог», 2004.-116 с.



37. Газовые сети и установки: Учеб. пособие для сред. проф. образования В.А. Жила, М.А. Ушаков, О.Н. Брюханов – 2-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2005.-267 с.

38. Технологическое оборудование и технологические трубопроводы: СНИПЗ.05.05-84/Минстрой России.-Изд.офиц.-М.:ГП ЦПП, 1996.-32 с.

39. Иринг, Ю Проектирование гидравлических и пневматических систем: пер. со словац./Ю.Иринг.-Л.: Машиностроение, 1983.-362 с.

40. Козаченко, А.Н. Энергетика трубопроводного транспорта газов: учеб. пособие для вузов/А.Н. Козаченко, В.И. Никишин, Б.П. Поршаков.-М.: нефть и газ, 2001.-398 с.

41. Таубман Е.И. Анализ и синтез теплотехнологических систем/ Е.И. Таубман. - М.: Энергоатомиздат, 1983.

42. Кузнецов, А.В. Топливо и смазочные материалы/А.В. Кузнецов. - М.: Колосс, 2007, 198 с.-(учебники и учебные пособия для вузов).

43. Теплоэнергетика и теплотехника. Книга 4. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника [Электронный ресурс] : справочник / Б.Г. Борисов [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский дом МЭИ, 2007. — 631 с. — 978-5-383-00019-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33156.html>

44. Карабин, А.И. Сжатый воздух : выработка, потребление и пути экономии. - М. : Машиностроение, 1964. - 342 с.

45. Фирсова Ю.А. Проектирование и эксплуатация холодильных установок [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.А. Фирсова, А.Г. Сайфетдинов. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. — 128 с. — 978-5-7882-1861-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63974.html>

46. Теплоэнергетика и теплотехника (Кн.4): Промышленная теплоэнергетика: Справочник/ Под общ. редакцией А.В. Клименко и В.М. Зорина - М.: Изд-во МЭИ, 2002. - 604 с.

47. Алабовский А.Н. и др. Газоснабжение промышленных предприятий. Учебник. Киев. “Вища школа”. 1984.

48. Глухов С.Д. Рабочие вещества малых холодильных машин [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.Д. Глухов, А.А. Жердев, А.В. Шарабурин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2010. — 44 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31522.html>

49. Дзино А.А. Абсорбционные холодильные машины [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / А.А. Дзино, О.С. Малинина. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2015. — 68 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65753.html>

50. Сомов М.А. Водоснабжение : учебник. - М. : Инфра-М, 2007. - 285 с.

51. Компрессорные станции И.Г. Блейхер, В.П. Лисеев – Киев:Южное отд. МАШГИЗа, 1959.- 324 с.

52. Назмеев Ю.Г. Мазутные хозяйства ТЭС. - М.: Изд-во МЭИ, 2002. - 610с.

53. Поршневые компрессоры: учеб.пособие для вузов/под общ.ред. Б.С Фотина. - Л.: Машиностроение, 1987.-374 с.
54. Назмеев, Ю.Г., Лавыгин, В.М. Тепломассообменные аппараты ТЭС/ Ю.Г. Назмеев, В.М. Лавыгин. -М.: Изд-во МЭИ, 2002
55. Теплообменники энергетических установок/ под ред. Ю.М. Бродова.- Екатеринбург: Сократ, УГТУ-УПИ, 2003
56. Теплообменники энергетических установок/ под ред. Ю.М. Бродова.- 2-е изд.-Екатеринбург: Сократ, УГТУ-УПИ, 2006
57. Отопление. Оборудование и технологии. - М.: Стройинформ, 2006
58. Григорьев Б.А. Тепломассообмен [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Б.А. Григорьев, Ф.Ф. Цветков. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский дом МЭИ, 2011. — 560 с. — 978-5-383-00563-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33157.html>
59. Теплоэнергетика и теплотехника. Книга 4. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника [Электронный ресурс] : справочник / Б.Г. Борисов [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский дом МЭИ, 2007. — 631 с. — 978-5-383-00019-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33156.html>
60. Теплофизика, теплотехника, теплообмен. Тепломассоперенос. Топливо и огнеупоры. Тепловая работа печей [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / В.А. Арутюнов [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский Дом МИСиС, 2007. — 136 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56122.html>
61. Александров А.А. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара : справочник : [рек. Гос. службой стандартных справочник данных ГСССД Р-776-98]. - М. : Изд-во МЭИ, 2003. - 158 с.
62. Ривкин, С.Л. Термодинамические свойства воды и водяного пара : справочник. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. : Энергоатомиздат, 1984. - 80 с. + 1 л. диагр.
63. Ключников, А.Д. Теплообмен и тепловые режимы в промышленных печах : учеб. пособие для вузов. - М. : Энергоатомиздат, 1990. - 176 с.
64. Рыжкин, В.Я. Тепловые электрические станции : учеб. для вузов / под ред. В. Я. Гиршфельда. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М. : Энергоатомиздат, 1987. - 327 с.
65. Промышленные тепловые электростанции /М.И. Баженов, А.С. Богородский, Б.В. Сазанов и др./ под общ. ред. Е.Я. Соколова. – М.: Энергия, 1979. – 464 с.
66. Нигматулин И.Н., Ценев В.А., Шляхин П.Н. Тепловые двигатели. – М.: Высшая школа, 1974. – 376 с.
67. Шлипченко З.С. Насосы, компрессоры и вентиляторы. – Киев: Техника, 1976. – 369 с.
68. Поршневые компрессоры: Учеб. пособие для студентов вузов. Под общ. ред. Б. С. Фотина. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1987. – 872 с.
69. Карелин В. Я., Минаев Л. В. Насосы и насосные станции: Учеб. для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1976. 320 с.

70. Рихтер, Л.А. Вспомогательное оборудование тепловых электростанций: учеб. пособие для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 216 с.
71. Трухний, А.Д. Теплофикационные паровые турбины и турбоустановки: учеб. пособие для вузов.– 2-е изд., стер. – М.: Изд-во МЭИ. 2002. – 539 с.
72. Двигатели внутреннего сгорания: Теория поршневых и комбинированных двигателей. Учебник для втузов по специальности “Двигатели внутреннего сгорания”/ Д.Н. Вырубов, Н.А. Иващенко и др.; Под общ. ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983. – 372 с.
73. Двигатели внутреннего сгорания: Системы поршневых и комбинированных двигателей. Учебник для втузов по специальности “Двигатели внутреннего сгорания”/ С.И. Ефимов, Н.А. Иващенко и др.; Под общ. ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 456 с.
74. Рафальская Т.А. Насосные станции [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т.А. Рафальская, Р.Ш. Мансуров, В.И. Костин. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. – 82 с.  
(Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71570.html>.)
75. Пономарев С.В., Мищенко С.В., Дивин А.Г. Теоретические и практические аспекты теплофизических измерений: Монография. В 2 кн. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. 2008 (1 экз.)
76. Поскачей А.А., Чубаров Е.П. Оптико-электронные системы измерения температуры. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 248 с.
77. Кремлёвский П.П. Расходомеры и счётчики количества веществ: Справочник; Кн 1, 2 / Под общ. ред. Е.А. Шорникова. – 5-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Политехника, 2004.
78. Ключев А.С., Лебедев А.Т., Новиков С.И. Наладка систем автоматического регулирования барабанных паровых котлов. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 280 с.
79. Ротач В.Я. Расчёт настройки промышленных систем регулирования. – Л., Госэнергоиздат, 1961. – 344 с.
80. Кудинов, А.А. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях. - М.: Машиностроение, 2011. - 373 с.
81. Меркер, Э.Э. Энергосбережение при выплавке стали в дуговых печах: учеб. пособие для вузов. - Старый Оскол: ТНТ, 2015. - 295 с.

## 6. ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

### 6.1. Пример тестового задания с одним вариантом ответа

От каких факторов зависит величина коэффициента гидравлического трения в зоне сопротивления «гидравлически гладкие трубы»?

- а) скорости движения;
- б) относительной шероховатости;
- в) скорости движения и относительной шероховатости;
- г) отношения длины трубы к ее диаметру

### 6.2. Пример тестового задания с несколькими вариантами ответов

На основании какой из приведенных ниже зависимостей можно провести количественную оценку работы в политропном процессе:

а)  $\dots = \frac{R}{n-1}(T_1 - T_2), \text{ Дж/кг}$

б)  $\dots = \frac{p_1 v_1}{n-1} \left( 1 - \left[ \frac{v_1}{v_2} \right]^{n-1} \right), \text{ Дж/кг}$

в)  $\dots = C_v \frac{n-k}{n-1} (T_2 - T_1), \text{ Дж/кг}$