

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Научно-образовательный центр Передовая инженерная школа «Агробiotек»

Оценочные материалы по дисциплине

Теплотехника

по направлению подготовки

**35.03.06 Агроинженерия**

Направленность (профиль) подготовки:  
**Технические системы в агробизнесе**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Бакалавр**

Год приема

**2025**

## **1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий.

ОПК-5 Способен участвовать в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности.

УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 1.1 Демонстрирует знание основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых для решения типовых задач в области агроинженерии

ИОПК 1.2 Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в агроинженерии

ИОПК 5.1 Под руководством специалиста более высокой квалификации участвует в проведении экспериментальных исследований в области агроинженерии

ИОПК 5.2 Использует классические и современные методы исследования в агроинженерии

ИУК 2.1 Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач

ИУК 2.2 Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений

ИУК 2.3 Решает конкретные задачи проекта заявленного качества за установленное время

ИУК 2.4 Публично представляет результаты решения конкретной задачи проекта

## **2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания**

Элементы текущего контроля:

- тесты;
- контрольная работа.

Тест (ИОПК 1.1, ИОПК 1.2, ИОПК 5.1, ИОПК 5.2, ИУК 2.1, ИУК 2.2, ИУК 2.3, ИУК 2.4)

1. Кто изобрел цикл тепловой машины, имеющий наибольший КПД?
  - а) Паскаль
  - б) Ломоносов
  - в) Карно
  - г) Ползунов
  - д) Джоуль
2. Кто изобрел первую тепловую машину?
  - а) Паскаль
  - б) Ломоносов
  - в) Ползунов
  - г) Архимед
  - д) Ньютон

3. Назовите страну, в которой была построена первая в мире атомная электростанция?
- Германия
  - Советский Союз
  - Япония
  - Англия
  - Франция
4. Какого типа электростанции наиболее перспективны в настоящее время?
- Тепловые
  - Приливные
  - Атомные
  - Ветряные
  - Гидравлические
5. Какое вещество является рабочим телом в тепловых машинах?
- Твердое тело
  - Вакуум
  - Жидкость
  - Цилиндр
  - Поршень
6. Какая группа параметров состояния относится только к калорическим?
- Внутренняя энергия (U)  
Давление (P)  
Удельный объем ( $v$ )
  - Давление (P)  
Абсолютная температура (T)  
Удельный объем ( $v$ )
  - Внутренняя энергия (U)  
Энтальпия (I)  
Энтропия (S)
7. В каких единицах измеряется удельный объем?
- $\text{м}^3/\text{с}$
  - $\text{м}^3/\text{кг}$
  - $\text{м}^3/\text{Па}$
  - $\text{м}^3$
  - $\text{м}^3/\text{Н}$
8. Как записать уравнение Менделеева-Клайперона для  $m$  кг газа?
- $pV = RT$
  - $pV = mRT$
  - $pV\mu = \mu RT$
  - $P_1/P_2 = V_2/V_1$
  - $V_1/V_2 = T_1/T_2$
9. Из предложенных уравнений выберите уравнение Ван-дер-Ваальса, описывающее состояние реального газа.
- $pV = RT$
  - $(p + a/v^2)(v-b) = RT$
  - $pV = mRT$
  - $\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1}$
  - $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$
10. В каких единицах в системе СИ измеряется удельная энтропия (S)?
- Н/кг
  - Дж/К

- в) Дж/кг\*К  
 г) Вт/м<sup>2</sup>  
 д) Дж/с
11. По какому уравнению следует определять полную энтальпию?  
 а)  $I = pV$   
 б)  $I = U + pV$   
 в)  $S = Q/T$   
 г)  $I = U$   
 д)  $Q = ST$
12. Закончите формулировку первого закона термодинамики: Подводимая к рабочему телу теплота идет на изменение его внутренней энергии и на ...  
 а) повышение температуры.  
 б) изменение объема  
 в) совершение работы  
 г) изменение давления  
 д) понижение температуры
13. Выберите уравнение, по которому определяется работа расширения газа в цилиндре при постоянном давлении.  
 а)  $L = V_2 - V_1$   
 б)  $L = p (V_2 - V_1)$   
 в)  $L = pT$   
 г)  $L = pV^2$   
 д)  $L = VT$
14. Закончите формулировку второго закона термодинамики: для получения из теплоты работы необходимо иметь разность...  
 а) давлений  
 б) температур  
 в) плотностей  
 г) объемов  
 д) вязкостей
15. Тепловой двигатель, работающий с одним источником теплоты, называется вечным двигателем второго ряда. Какой это источник?  
 а) Холодный  
 б) Средний  
 в) Горячий  
 г) Неорганический  
 д) Мощный
16. Из каких типовых термодинамических процессов состоит цикл Карно?  
 а) Изотермических-изохорных  
 б) Изотермических-адиабатных  
 в) Изохорных-изобарных  
 г) Изохорных-изотермических  
 д) Изобарных-изотермических
17. Чему равна площадь цикла тепловой машины в  $(T - S)$  – координатах?  
 а) Давлению  
 б) Работе  
 в) Полезной теплоте  
 г) Мощности  
 д) Объему
18. Какое из перечисленных мероприятий увеличит термический КПД цикла  $\eta = (T_1 - T_2)/T_1$ ?  
 а) Увеличение размеров двигателя

- б) Уменьшение размеров двигателя
  - в) Понижение температуры холодного источника
  - г) Увеличение мощности
  - д) Уменьшение мощности
19. В каких единицах в системе СИ измеряется плотность теплового потока  $q = Q/S$ ?
- а) Вт
  - б) Дж/с
  - в) Вт/м<sup>2</sup>
  - г) Дж/м
  - д) Вт/м
20. Какая физическая величина обозначена  $\delta$  в уравнении теплопроводности  $q = \frac{\lambda}{\delta} (t_1 - t_2)$ ?
- а) Длина стенки
  - б) Толщина стенки
  - в) Плотность
  - г) Высота стенки
  - д) Упругость
21. Передача тепла излучением осуществляется за счет...
- а) соприкосновения структурных частиц твердого тела
  - б) движения жидкой среды
  - в) электромагнитных волн
  - г) перепада давления
  - д) Конденсации
22. Каким уравнением описывается передача теплоты теплопроводностью?
- а)  $q = Q/S$
  - б)  $q = \alpha(t_2 - t_1)$
  - в)  $q = \frac{\lambda}{\delta} (t_1 - t_2)$
  - г)  $S = Q/K\Delta t_{cp}$
23. Теплообменные аппараты служат для передачи энергии от одной жидкости (или газа) к другой. Какая энергия передается в тепловом аппарате?
- а) Электрическая
  - б) Механическая
  - в) Тепловая
  - г) Химическая
  - д) Электромагнитная
24. Какой параметр является основной технической характеристикой теплообменного аппарата?
- а) Мощность
  - б) Габариты
  - в) Давление
  - г) Площадь поверхности теплопередачи
  - д) Объем
25. Как называется коэффициент  $K$  в формуле для определения площади поверхности теплопередачи  $S = Q/K\Delta t_{cp}$ ?
- а) Коэффициент теплопроводности
  - б) Коэффициент теплоотдачи
  - в) Коэффициент теплопередачи
  - г) Вязкость
  - д) Коэффициент излучения

26. В теплообменном аппарате теплота передается от одного рабочего тела к другому. Как называется рабочее тело, имеющее меньшую температуру?
- Полезное вещество
  - Теплоноситель
  - Нагреваемая среда
  - Катализатор
  - Утеплитель
27. Какое устройство холодильника осуществляет отвод теплоты от охлаждаемых объектов?
- Компрессор
  - Дроссельный вентиль
  - Конденсатор
  - Испаритель
  - Цилиндр
28. Чему равен холодильный коэффициент?
- $\eta = (T_1 - T_2)/T_1$
  - $\varepsilon = q_2/(q_1 - q_2)$
  - $\eta = 1 - (T_2/T_1)$
  - $\varepsilon = q_1/(q_2 - q_1)$
29. В конце какого такта двигателя внутреннего сгорания подается искра, воспламеняющая рабочую смесь?
- Всасывание
  - Сжигание
  - Рабочий ход
  - Выхлоп
  - Холостой ход
30. В конце какого такта четырехтактного ДВС открывается выпускной клапан?
- Всасывание
  - Сжигание
  - Рабочий ход
  - Выхлоп
  - Холостой ход
31. Как называется нижнее положение поршня в двигателе внутреннего сгорания?
- Верхний уровень
  - Нижний уровень
  - Верхняя мертвая точка
  - Нижняя мертвая точка
  - Упор
32. Какое устройство газотурбинной установки осуществляет сжатие воздуха?
- Турбина
  - Сопло
  - Поршень
  - Камера сгорания
  - Компрессор
33. Какое устройство ГТУ осуществляет расширение продуктов сгорания?
- Турбина
  - Сопло
  - Поршень
  - Камера сгорания
  - Компрессор

34. Какой агрегат тепловой электростанции предназначен для конденсации отработанного водяного пара?
- а) Конденсатор
  - б) Котельный агрегат
  - в) Пароперегреватель
  - г) Паровая турбина
  - д) Электрогенератор
35. Какое из перечисленных топлив используется в современных атомных электростанциях?
- а) Уголь
  - б) Мазут
  - в) Газ
  - г) Изотоп урана -235
  - д) Плутоний
36. Для защиты окружающей среды от радиоактивного излучения в реакторе атомной электростанции используется...
- а) Железо
  - б) Барритобетон
  - в) Латунь
  - г) Алюминий
  - д) Чугун

Критерии оценивания:

Оценка «отлично» выставляется студенту, если процент правильных ответов составляет 80 – 100 %.

Оценка «хорошо» – от 70 – 79 % правильных ответов.

Оценка «удовлетворительно» – от 60 – 69 % правильных ответов.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если студент правильно отвечает менее чем на 60 % вопросов.

Контрольная работа (ИОПК 1.1, ИОПК 1.2, ИОПК 5.1, ИОПК 5.2, ИУК 2.1, ИУК 2.2, ИУК 2.3, ИУК 2.4)

1. Анализ продуктов сгорания топлива, произведенный с помощью аппарата Орса, показал следующий их состав:  $r_{CO_2}=12,1\%$ ;  $r_{O_2}=25,3\%$ ;  $r_{CO}=47,1\%$ ;  $r_{N_2}=15,5\%$ . Найти массовый состав входящих в смесь газов.

2. Определить среднюю массовую теплоемкость при постоянном давлении для кислорода в пределах 10-1000С, считая зависимость теплоемкости от температуры линейной.

3. В котельной электрической станции за 10 часов работы сожжено 35 тонн каменного угля, имеющего теплоту сгорания 29 000 кДж/кг. Определить среднюю мощность станции, если в электрическую энергию превращено 10% теплоты, полученной при сгорании угля.

4. Сосуд объемом 10 л заполнен воздухом при давлении  $P_1 = 22,2$  МПа. Определить конечное давление воздуха и количество сообщенной ему теплоты, если начальная температура воздуха  $t_1 = 5^\circ\text{C}$ , а конечная  $t_2 = 10^\circ\text{C}$ . Теплоемкость воздуха считать постоянной.

5. Определить степень сжатия цикла с подводом теплоты при постоянном объеме поршневого двигателя внутреннего сгорания, если удельный объем в начале такта сжатия был 0,3 м<sup>3</sup>/кг, а в конце сжатия 0,1 м<sup>3</sup>/кг.

6. Определить температуру, удельный объем, энтальпию и энтропию сухого насыщенного пара при давлении  $P=1,1$  МПа по таблице.

7. В компрессор воздушной холодильной установки поступает воздух из холодильной камеры давлением  $P_1 = 0,08$  МПа и температурой  $t_1 = -60^\circ\text{C}$ . Адиабатно сжатый в компрессоре воздух до давления  $P_2 = 0,3$  МПа направляется в охладитель, где он при  $P = \text{const}$  снижает свою температуру до  $t_3 = +10^\circ\text{C}$ . Отсюда воздух поступает в расширительный цилиндр, где расширяется по адиабате до первоначального давления, после чего возвращается в холодильную камеру. Отнимая теплоту от охлаждаемых тел, воздух нагревается до  $t_1 = -60^\circ\text{C}$  и вновь поступает в компрессор. Холодопроизводительность установки = 80 кВт. Определить температуру воздуха, поступающего в холодильную камеру, теоретическую работу, затрачиваемую в цикле, удельную холодопроизводительность воздуха и холодильный коэффициент для данной установки и для установки, работающей по циклу Карно для того же интервала температур, теоретическую мощность двигателя, компрессора и расширительного цилиндра, а также расход холодильного агента и количество теплоты, передаваемой охлаждающей воде.

8. Холодопроизводительность воздушной холодильной установки  $Q = 52,4$  МДж/ч. Определить ее холодильный коэффициент и теоретическую мощность двигателя, если известно, что максимальное давление воздуха в установке  $P_2 = 0,3$  МПа, минимальное давление  $P_1 = 0,085$  МПа, температура воздуха в начале сжатия =  $-30^\circ\text{C}$ , а при выходе из охладителя =  $50^\circ\text{C}$ . Сжатие и расширение воздуха принять политропным с показателем политропы = 1,28.

9. Теоретическую мощность двигателя холодильной установки = 15,6 кВт, при расходе холодильного агента = 0,111 кг/с. Максимальное давление воздуха в установке  $P_2 = 0,25$  МПа, а минимальное давление  $P_1 = 0,01$  МПа. Сжатие воздуха происходит по адиабате. Определить холодопроизводительность установки.

Критерии оценивания контрольной работы:

«Зачтено» – задание контрольной работы выполнено верно в полном объёме, чётко сформулированы выводы, работа в целом отвечает требованиям, предъявляемым к контрольным работам.

«Не зачтено» – задание контрольной работы выполнено с ошибками или неточностями, выводы отсутствуют или сформулированы неверно, работа в целом не отвечает требованиям, предъявляемым к контрольным работам

### **3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания**

Экзаменационный билет состоит из трех вопросов (ИОПК 1.1, ИОПК 1.2, ИОПК 5.1, ИОПК 5.2, ИУК 2.1, ИУК 2.2, ИУК 2.3, ИУК 2.4).

Перечень теоретических вопросов к экзамену:

1. История развития теплотехники как науки. Роль русских ученых в развитии теплотехники и тепловых машин.
2. Задачи и пути развития теплотехники в России
3. Давление как параметр состояния рабочего тела. Абсолютное и избыточное давление.
4. Температура как параметр состояния рабочего тела. Температурные шкалы.
5. Удельный объем как параметр состояния. Понятие идеального и реального газа.
6. Закон Бойля-Мариотта для идеального газа.
7. Закон Гей-Люссака для идеального газа.
8. Уравнение состояния идеального газа (уравнение Менделеева-Клапейрона).
9. Уравнение состояния реального газа (уравнение Ван-дер-Ваальса).
10. Внутренняя энергия как параметр состояния рабочего тела.
11. Энтальпия как параметр состояния рабочего тела. Удельная энтальпия.

12. Первый закон термодинамики для конечного процесса, его аналитическое выражение.
13. Понятие энтропии. Удельная энтропия.
14. Основные термодинамические процессы в газах. Изохорный процесс.
15. Изобарный процесс. Графики изобарного процесса в  $p-v$  и  $T-s$  координатах.
16. Изотермический процесс. Графики изотермического процесса в  $p-v$  и  $T-s$  координатах
17. Адиабатный процесс. Графики адиабатного процесса в  $p-v$  и  $T-s$  координатах.
18. Политропные процессы. Графики политропных процессов в  $p-v$  и  $T-s$  координатах.
19. Политропные процессы. Графики политропных процессов в логарифмических координатах.
20. Второй закон термодинамики. Понятие горячего и холодного источников теплоты.
21. Понятие вечного двигателя второго рода.
22. Цикл Карно. Изображение цикла Карно в  $p-v$  и  $T-s$  координатах.
23. Передача теплоты теплопроводностью. Закон Фурье.
24. Передача тепла через твердую стенку. Уравнение теплопередачи, коэффициент теплопередачи.
25. Теплообмен излучением. Закон Стефана-Больцмана. Понятие абсолютно черного тела.
26. Теплообмен между жидкостью и твердой стенкой. Закон Ньютона-Рихтона.
27. Принципы работы и основы расчета теплообменных аппаратов. Расчет площади теплообменника.
28. Теплоэнергетические машины и установки. Двигатели внутреннего сгорания.
29. Классификация теплоэнергетических установок по принципу действия. Теоретические циклы и КПД теплоэнергетических установок.
30. Назначение, устройство и диаграмма работы двигателя внутреннего сгорания. Технические характеристики ДВС.
31. Газотурбинные установки. Реактивные двигатели.
32. Назначение, состав и принцип работы газотурбинной установки. Теоретический цикл газотурбинной установки с изобарным подводом теплоты.
33. Паросиловые установки. Тепловые и атомные электростанции.
34. Классификация тепловых электростанций по назначению. Назначение, состав и порядок работы паросиловой установки
35. Экологические проблемы энергетики.
36. Виды энергоресурсов и структура их использования в развитых странах мира. Утилизация отходов тепловых и атомных электростанций.
37. Проблемы безопасности атомных электростанций. Способы уменьшения вредного воздействия теплоэнергетики на окружающую среду.
38. Назначение, состав и порядок работы парового котла ДКВР.
39. Способы повышения эффективности работы парогенераторов.
40. Классификация тепловых электрических станций по назначению.
41. Состав и порядок работы конденсационной тепловой электростанции.
42. Одноконтурные и двухконтурные атомные электростанции. Схемы и порядок работы.

Критерии оценивания:

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его

излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, демонстрирует недостаточно систематизированы теоретические знания программного материала, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, демонстрирует недостаточно систематизированные теоретические знания программного материала, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки при его изложении, неуверенно, с большими трудностями выполняет практические работы.

#### **4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)**

Тест (ИОПК 1.1, ИОПК 1.2, ИОПК 5.1, ИОПК 5.2, ИУК 2.1, ИУК 2.2, ИУК 2.3, ИУК 2.4)

1. Установить соответствие

- |                                 |                        |
|---------------------------------|------------------------|
| а) Мощность                     | 1. Вт/м <sup>2</sup>   |
| б) Плотность теплового потока   | 2. Ам/с                |
| в) Коэффициент теплопроводности | 3. Вт/м <sup>2</sup> К |
| г) Коэффициент теплоотдачи      | 4. Вт/мК               |

Ответ: а-2, б-1, в-3, г-4

2. Установите последовательность работы тепловой машины

- а) Охлаждение теплоносителя
- б) Сгорание топлива
- в) Совершение работы
- г) Нагрев теплоносителя

Ответ: б, г, в, а

3. Чему равна площадь цикла тепловой машины в (P-V) координатах

- а) Давлению
- б) Работе
- в) Мощности
- г) Энтропии
- д) Внутренней энергии

Ответ: в

4. Какой процесс реализуется в рекуперативном теплообменнике

- а) Теплообмен излучением
- б) Теплопередача
- в) Смешивание встречных потоков
- г) Смешивание однонаправленных потоков

Ответ: б

5. Из каких процессов состоит цикл тепловой машины Карно, имеющей максимально возможный коэффициент полезного действия?

Ответ: .....

6. Что произойдет с нагревом воды в паровом котле, если его сторона, обращенная к топке, покрылась слоем сажи?

Ответ: .....

7. В чем преимущества и недостатки прямоточного теплообменника и встречно-поточного теплообменника?

Ответ: .....

8. Почему камин малоэффективен в Сибири с её холодной зимой?

Ответ: .....

**Критерии оценивания:**

Оценка «отлично» выставляется студенту, если процент правильных ответов составляет 80 – 100 %.

Оценка «хорошо» – от 70 – 79 % правильных ответов.

Оценка «удовлетворительно» – от 60 – 69 % правильных ответов.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если студент правильно отвечает менее чем на 60 % вопросов.

### **Информация о разработчиках**

Семенов Сергей Юрьевич, к.б.н., каф. сельскохозяйственной биологии БИ НИ ТГУ, доцент