Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 03.10.2023 14:36:18
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

УТВЕРЖДЕНО
Декан Факультета урбанистики и
городского хозяйства
_____ К.И. Лушин
30 августа 2022 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теоретические основы теплотехники»

Направление подготовки
08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений

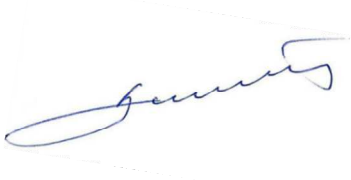
Профиль подготовки
Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений

Квалификация (степень) выпускника
Инженер-строитель

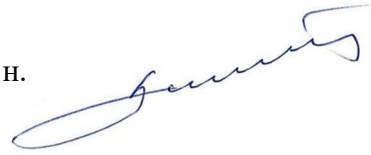
Форма обучения
Очная

Москва – 2022

РАЗРАБОТАНО:

доцент, к.т.н.  А.Н. Зайцев

Согласовано:

Заведующий кафедрой
«Промышленное и гражданское строительство», к.т.н.  А.Н. Зайцев

1. Цели освоения дисциплины.

К **основным целям** освоения дисциплины «Теоретические основы теплотехники» следует отнести:

– формирование знаний о теории теплообмена, современных методах теплотехнических расчетов, применяемых в гражданском и промышленном строительстве;

– подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста по направлению 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений», в том числе формирование умений по расчетам теплопотерь строительных конструкций, по овладению навыками конструирования энергоэффективных материалов.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Теоретические основы теплотехники» следует отнести:

- подготовить студентов к решению задач тепломассообмена в спецкурсах и при дипломном проектировании, а также научить использовать полученные знания в своей профессиональной деятельности;
- изучение принципов расчет теплообмена при расчете энергоэффективности,

2. Место дисциплины в структуре ООП специалитета.

Дисциплина «Теоретические основы теплотехники» относится к числу обязательной части Блока 1 основной образовательной программы специалитета.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций ООП ВО по специальности 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений и профилю «Строительство высотных и большепролётных зданий и сооружений».

Дисциплина «Теоретические основы теплотехники» является дисциплиной специализации ООП (Б.1.1.33) и взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- Математика;
- Физика;
- Механика жидкости и газа

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции, и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**

ОПК-1	Способностью решать прикладные задачи строительной отрасли, используя теорию и методы фундаментальных наук	**знать:** методы и средства решения прикладных задач, в том числе физического и численного (компьютерного) моделирования, используя фундаментальные науки; **уметь:** использовать универсальные и специализированные программно-вычислительные комплексы и системы автоматизированного проектирования; **владеть:** способностью вести разработку эскизных, технических и рабочих проектов уникальных объектов.

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **4** зачетных единиц, т.е. **144** академических часа (из них 54 часа – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Теоретические основы теплотехники» изучаются на шестом курсе.

Шестой семестр: лекции - 36 часов; лабораторные работы – 18 часов; практические занятия – 36 часов. Форма контроля – экзамен.

Структура и содержание дисциплины «Теоретические основы теплотехники» по срокам и видам работы отражены в приложении.

Содержание разделов дисциплины.
Шестой семестр
Содержание лекций.
Тема 1. Предмет технической термодинамики. Статистический и термодинамический методы исследования. Термодинамическая система. Рабочее тело. Термодинамические параметры. Равновесное и неравновесное состояния. Обратимый и необратимый процессы. Термодинамическая поверхность. Идеальный газ как простейшая модель рабочей среды. Законы Бойля-Мариотта. Гей-Люсака, Авогадро. Уравнения состояния идеального газа в форме Клапейрона и в форме Менделеева. Удельная и универсальная газовая постоянная. (1 час) Газовые смеси. Закон Дальтона. Способы задания состава, связь между ними. Параметры состояния газовой смеси. Газовая постоянная, молярная масса, парциальное давление.

Теплоемкости идеальных и смеси газов. Виды теплоемкости. Истинное и среднее значение теплоемкости

Тема 2. Понятие работы в термодинамике, графическая ее интерпретация на диаграмме. Понятие теплоты процесса. Теплота и работа как формы передачи энергии. Внутренняя энергия. Внешняя полезная работа термодинамической системы. Энтальпия. Формулировки и аналитическая форма первого закона термодинамики. Анализ термодинамических процессов изменения состояния идеального газа на основе первого закона термодинамики. Изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный процессы: уравнения процессов, изображения на диаграмме, расчетные выражения для теплоты и работы. Тема 3. Понятие кругового процесса, цикл. Подведенное и отведенное в процессе тепло. Полезная работа. Термический кпд, холодильный коэффициент. Цикл Карно.

Тема 3. Регенеративный цикл. T,s-диаграмма. Основные процессы в координатах T,s. Сущность и аналитическое выражение второго закона термодинамики. Интеграл Клаузиуса. Термодинамические тождества.

Тема 4. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Термодинамические параметры воды и водяного пара. Процесс парообразования в p,v- и T,s- диаграммах. Жидкость в состоянии насыщения и сухой насыщенный пар. Влажный пар, степень сухости. Перегретый пар. Расчет параметров влажного пара. Принципы построение и характерные особенности h,s- диаграммы водяного пара.

Тема 5. Влажный воздух как смесь идеальных газов. Получение расчетных выражений для газовой постоянной, молярной массы, плотности и теплоемкости, влагосодержания, относительной влажности, энтальпии влажного воздуха.

Насыщенный и ненасыщенный влажный воздух. I,d- диаграмма влажного воздуха: принципы построения, характерные особенности, определение параметров. Расчет основных процессов с использование диаграммы: нагрева влажного воздуха, охлаждение. Уменьшение влагосодержания, адиабатное увлажнение.

Тема 6. Уравнение первого закона термодинамики для потока. Располагаемая работа, работа проталкивания, работа изменения кинетической и потенциальной энергии потока, уравнения первого закона для адиабатного потока. Истечение газа из простого сопла. Расчетные соотношения для скорости и расхода переход через скорость звука, критические параметры. Истечение из сопла Лаваля. Дросселирование газов и паров. Изменение параметров в процессе дросселирования. Практическое использование процесса дросселирования.

Тема 7. Принцип работы одноступенчатого поршневого компрессора. Многоступенчатые поршневые компрессоры. Работа реального поршневого компрессора Лопаточные компрессоры. Утилизация теплоты.

Тема 8. Циклы поршневых ДВС: с изохорным, с изобарным и смешанным подводом теплоты. Выражение для термического кпд цикла. Методы повышения эффективности поршневых ДВС. Эжектирование. Циклы газотурбинных установок. Принципиальная схема и термодинамический ГТУ с подводом теплоты при постоянном давлении. Методы повышения термического кпд ГТУ. Регенерация, многоступенчатое сжатие и ступенчатый подвод теплоты.

Тема 9. Схема паротурбинной установки. Принципиальная возможность реализации цикла Карно, внутренняя и внешняя необратимость. Цикл Ренкина., его термический кпд. Методы повышения термического кпд цикла Ренкина. Цикл со вторичным перегревом пара. Цикл с

регенеративным подогревом. Баланс энергии паротурбинной установки, кпд, его составляющие. Учет необратимости при адиабатном расширении пара. Удельный расход пара, теплоты и топлива. Эксергетический метод исследования экономичности тепловых установок. Методы безмашинного преобразования теплоты в электрическую энергию.

Тема 10. Циклы холодильных установок. Схема и цикл воздушной холодильной установки, сравнение с циклом Карно. Повышение эффективности цикла воздушной холодильной установки путем использования регенерации теплоты. Принципиальная схема и цикл парокомпрессорной холодильной установки. Абсорбционная холодильная установка. Пароэжекторная холодильная установка.

Тема 11. Химическое равновесие термодинамической системы, равновесие в сложных системах, гетерогенные системы, стехиометрические уравнения, эндотермические и экзотермические реакции, химическое равновесие.

Тема 12. Основные понятия и законы переноса теплоты и вещества.

Тема 13. Стационарная и нестационарная теплопроводность.

Тема 14. Конвективный теплообмен.

Тема 15. Элементы теории массообмена.

Тема 16. Тепловое излучение.

Тема 17. Теплообменные аппараты.

Содержание лабораторных работ

В шестом семестре

№ п/п	Наименование Лабораторной работы	Содержание работы
1	Определение теплопроводности строительных материалов	Определение экспериментально и теоретически теплопроводности некоторых строительных материалов .
2	Определение коэффициента теплоотдачи	Определение коэффициента теплоотдачи от плоской стенки.

3	Определение параметров сушки материала	Проведение наблюдений при сушке строительных материалов

Содержание практических занятий
В девятом семестре

1. Термодинамическая поверхность. Идеальный газ как простейшая модель рабочей среды. Законы Бойля-Мариотта. Гей-Люсака, Авогадро. Уравнения состояния идеального газа в форме Клапейрона и в форме Менделеева.
2. Понятие работы в термодинамике, графическая ее интерпретация на диаграмме. Понятие теплоты процесса. Теплота и работа как формы передачи энергии. Внутренняя энергия. Внешняя полезная работа термодинамической системы. Энтальпия.
3. Сущность и аналитическое выражение второго закона термодинамики.

4. Термодинамические параметры воды и водяного пара. Процесс парообразования в p,v- и T,s-диаграммах. Жидкость в состоянии насыщения и сухой насыщенный пар. Влажный пар, степень сухости. Перегретый пар. Расчет параметров влажного пара

5. Влажный воздух как смесь идеальных газов. I,d- диаграмма влажного воздуха: принципы построения, характерные особенности, определение параметров. Расчет основных процессов с использование диаграммы: нагрева влажного воздуха, охлаждение.

6. Дросселирование газов и паров. Изменение параметров в процессе дросселирования. Практическое использование процесса дросселирования. Уравнение первого закона термодинамики для потока. Располагаемая работа, работа проталкивания, работа изменения кинетической и потенциальной энергии потока, уравнения первого закона для адиабатного потока. Практическое использование процесса дросселирования

7. Циклы поршневых ДВС: с изохорным, с изобарным и смешанным подводом теплоты. Выражение для термического кпд цикла. Методы повышения эффективности поршневых ДВС. Эжектирование. Циклы газотурбинных установок.

8. Принцип работы одноступенчатого поршневого компрессора. Многоступенчатые поршневые компрессоры. Работа реального поршневого компрессора Лопаточные компрессоры. Утилизация теплоты.

9, Основные понятия и законы переноса теплоты и вещества. Стационарная и нестационарная теплопроводность. Теплообменные аппараты.

5. Образовательные технологии.

Методика преподавания дисциплины «Теоретические основы теплотехники» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– подготовка к выполнению лабораторных работ в лабораториях вуза;

– защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов курсового проекта;

– подготовка, представление и обсуждение презентаций на семинарских занятиях;

– организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме бланкового (или компьютерного тестирования);

– проведение интерактивных занятий по процедуре подготовки к интернет-тестированию на сайтах: *i-exam.ru, fepo.ru;*

– использование интерактивных форм текущего контроля в форме аудиторного и внеаудиторного интернет-тестирования..

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Теоретические основы теплотехники» и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 33% от объема аудиторных занятий.

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

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

В шестом семестре

- подготовка к выполнению лабораторных работ и их защита;

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания в форме бланкового и (или) компьютерного тестирования, для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины, защита лабораторных работ.

Образцы контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля и экзаменационных билетов приведены в приложении.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ОПК-1	Способностью решать прикладные задачи строительной отрасли, используя теорию и методы фундаментальных наук

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ОПК-1 –знание методов и средств физического и численного (компьютерного) моделирования, используя фундаментальные науки

Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
знать: методы и средства физического и численного (компьютерного) моделирования	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний физического и численного (компьютерного) моделирования	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний физического и численного (компьютерного) моделирования. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний по методам и средствам физического и численного (компьютерного) моделирования, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний по методам и средствам физического и численного (компьютерного) моделирования. Свободно оперирует приобретенными знаниями.

		затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.		
уметь: использовать универсальные и специализированные программно-вычислительные комплексы и системы автоматизированного проектирования	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет использовать универсальные и специализированные программно-вычислительные комплексы и системы автоматизированного проектирования	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: использовать универсальные и специализированные программно-вычислительные комплексы и системы автоматизированного проектирования. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: использовать универсальные и специализированные программно-вычислительные комплексы и системы автоматизированного проектирования. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: использовать универсальные и специализированные программно-вычислительные комплексы и системы автоматизированного проектирования свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: способностью вести разработку эскизных, технических и рабочих проектов	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет принципами разработки эскизных, технических и	Обучающийся владеет принципами разработки эскизных, технических и рабочих проектов уникальных	Обучающийся частично владеет принципами, разработки эскизных, технических и рабочих проектов	Обучающийся в полном объеме владеет принципами разработки эскизных, технических и

уникальных объектов	рабочих проектов уникальных объектов	объектов в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	уникальных объектов. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	рабочих проектов уникальных объектов, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: экзамен (6-й семестр).

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Металлические конструкции» (указывается что именно – прошли промежуточный контроль, выполнили и защитили лабораторные работы, защитили курсовой проект (в шестом семестре).

Шкала оценивания	**Описание**
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Удовлетворительно	Выполнены не все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков, приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, но не может применить их в ситуациях повышенной сложности.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература:

1. Теплоэнергетика и теплотехника Текст Кн. 2 Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент / А. А. Александров и др. справочник : в 4 кн. под общ. ред. А. В. Клименко, В. М. Зорина. - 4-е изд., стер. - М.: Издательский дом МЭИ, 2007. - 561 с. ил.

2. Кириллов, В. В. Теоретические основы теплотехники. Тепломассообмен Текст учебное пособие для самостоят. работы студентов В. В. Кириллов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Пром. теплоэнергетика ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2008. - 71, [1] с.

3. Ковалева, О. А. Техническая термодинамика Текст учеб. пособие к лаб. работам О. А. Ковалева; под ред. В. И. Панферова ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Теплогазоснабжение и вентиляция ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2006. - 21, [2] с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Лабораторный практикум по технической термодинамике и теплопередаче Текст учеб. пособие по курсу "техническая термодинамика", "Теплопередача" под общ. ред. В. П. Лукачева ; Куйбышев. авиац. ин-т им. С. П. Королева. - Куйбышев: Б. И., 1966. - 116 с.

2. Техническая термодинамика и теплотехника Текст учеб. пособие для вузов Л. Т. Бахшиева и др.; под ред. А. А. Захаровой. - 2-е изд., испр. - М.: Академия, 2008. - 271, [1] с. ил.

3. Кудинов, В. А. Техническая термодинамика и теплопередача Текст учебник для вузов по инж.-техн. направлениям и специальностям В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк. - 3-е изд., испр. и доп. - М.: Юрайт, 2015. - 566, [1] с. ил., табл.

4. Кудинов, В. А. Техническая термодинамика и теплопередача Текст учебник для вузов по инж.-техн. направлениям и специальностям В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк. - 3-е изд., испр. и доп. - М.: Юрайт, 2016. - 441, [1] с. ил.

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	http://www.edu.ru/index.php
Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru/
Электронная библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Федеральная университетская компьютерная сеть России	http://www.runnet.ru/
Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	http://window.edu.ru/

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

- Специализированная учебная лаборатория кафедры «Промышленное и гражданское строительство» Ауд. **АВ2224,** которая оснащена: электронные весы ЕК-300i 1 шт.; набор мерных сосудов 1 комплект; термометры ртутные 5 шт.; статический плотномер для определения качества уплотнения грунта СГП-1М 1 шт.; пенетрометр грунтовой ПГ-1 1 шт.; динамический плотномер универсальный ДПУ-1У 1 шт.; шкаф сушильный учебный «электроприбор» 1 шт.; печь муфельная 1 шт.; комплект сит для грунтов КП-131 1 комплект; комплект сит для заполнителей 1 комплект; прибор компрессионный настольный ПКП-10 1 шт.; приспособление для водонасыщения грунтов перед компрессией ПВК 1 шт.; измеритель силы цифровой ИСЦ 1 шт.; весы электронные ПВм-3/15 1 шт.; Прибор стандартного уплотнения ПСУ 1шт.; баня комбинированная лабораторная учебная БКЛ-М 1 шт.; пресс испытательный ПРГ262 «ВНИР» 1 шт.; Прибор Вика 5 шт.; Прибор для определения подвижности бетонной смеси 2 шт.; набор гирь 1 комплект; формы для кубиков 10х10х10 5 шт.; образцы строительных материалов.
- Два специализированных учебных класса с презентационным и интерактивным оборудованием кафедры «Промышленное и гражданское строительство» ауд. АВ2218 и АВ2224, оснащение **АВ2218:** Доска интерактивная Legamaster e-board, доска маркерная, экран для проектора, парты (45 посадочных мест); оснащение **АВ2224:** настенная доска, парты (20 посадочных мест), большой экран для проектора, проектор мультимедийный BENQ PB6110, компьютеры в кол-ве 20 шт.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов.

Методические рекомендации для студентов по освоению дисциплины «Металлические конструкции».

Цель методических рекомендаций:

- обеспечить студенту оптимальную организацию процесса изучения дисциплины, а также выполнения различных форм самостоятельной работы.

1. Методические рекомендации по изучению дисциплины

Студентам необходимо ознакомиться:

- с содержанием рабочей программы дисциплины (далее -РПД), с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине, имеющимися на образовательном портале и сайте кафедры, с графиком консультаций преподавателей кафедры.

1.1. Рекомендации по подготовке к лекционным занятиям

(теоретический курс)

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют

глубоко освоить предмет. Именно поэтому контроль над систематической работой студентов всегда находится в центре внимания кафедры.

Студентам необходимо:

- перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины, что позволит сэкономить время на записывание темы лекции, ее основных вопросов, рекомендуемой литературы;

- на отдельные лекции приносить соответствующий материал на бумажных носителях, представленный лектором на портале или присланный на «электронный почтовый ящик группы» (таблицы, графики, схемы). Данный материал будет охарактеризован, прокомментирован, дополнен непосредственно на лекции;

- перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях. Не оставляйте «белых пятен» в освоении материала.

1.2. Рекомендации по подготовке к практическим (семинарским) занятиям

Студентам следует:

- приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию;

- до очередного практического занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия;

- при подготовке к практическим занятиям следует обязательно использовать не только лекции, учебную литературу, но и нормативно-правовые акты и материалы правоприменительной практики;

- теоретический материал следует соотносить с правовыми нормами, так как в них могут быть внесены изменения, дополнения, которые не всегда отражены в учебной литературе;

- в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач,

заданных для самостоятельного решения;

- в ходе семинара давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов;

- на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

Студентам, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющиеписьменного решения задач или не подготовившиеся к данному

практическому занятию, рекомендуется не позже чем в 2-х недельный срок

явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме, изучавшейся на занятии. Студенты, не отчитавшиеся по каждой не проработанной ими на занятиях теме к началу зачетной сессии, упускают возможность получить положенные баллы за работу в соответствующем семестре.

2. Методические рекомендации по выполнению различных форм самостоятельных домашних заданий

Самостоятельная работа студентов включает в себя выполнение различного рода заданий, которые ориентированы на более глубокое усвоение материала изучаемой дисциплины. По каждой теме учебной дисциплины студентам предлагается перечень заданий для самостоятельной работы.

К выполнению заданий для самостоятельной работы предъявляются следующие требования: задания должны исполняться самостоятельно и представляться в установленный срок, а также соответствовать установленным требованиям по оформлению.

Студентам следует:

- руководствоваться графиком самостоятельной работы, определенным РПД.

10.Методические рекомендации для преподавателя.

- Аттестационные испытания проводятся преподавателем, ведущим лекционные занятия по данной дисциплине, или преподавателями, ведущими лабораторные занятия . Присутствие посторонних лиц в ходе проведения аттестационных испытаний без разрешения ректора или проректора не допускается (за исключением работников университета, выполняющих контролирующие функции в соответствии со своими должностными обязанностями). В случае отсутствия ведущего преподавателя аттестационные испытания проводятся преподавателем, назначенным письменным распоряжением по кафедре (структурному подразделению).

- Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, имеющие нарушения опорно-двигательного аппарата, допускаются на аттестационные испытания в сопровождении ассистентов-сопровождающих.
- Во время аттестационных испытаний обучающиеся могут пользоваться программой учебной дисциплины, а также с разрешения преподавателя справочной и нормативной литературой, калькуляторами.
- Время подготовки ответа при сдаче зачета в устной форме должно составлять не менее 40 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа – не более 15 минут.
- При подготовке к устному зачету студент, как правило, ведет записи в листе устного ответа, который затем (по окончании зачета) сдается экзаменатору.
- При проведении устного зачета билет выбирает сам студент в случайном порядке.
- Преподавателю предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины текущего семестра, а также, помимо теоретических вопросов, давать задачи, которые изучались на лабораторных занятиях, с демонстрацией компьютерного выполнения расчетов.
- Сдаче экзамена должна предшествовать оценка выполнения курсового проекта.
- Оценка по курсовому проекту выставляется на основании результатов защиты на комиссии обучающимся курсового проекта при непосредственном участии преподавателей кафедры (структурного подразделения), руководителя курсового проекта), с возможным присутствием других обучающихся из учебной группы. Одной из форм защиты может быть презентация курсового проекта. Результаты защиты (оценка) вносятся в аттестационную ведомость курсового проекта с указанием темы курсового проекта, а также в зачетную книжку в раздел «Курсовые проекты».

Процедура защиты курсовой работы (проекта) определена Положением о курсовых работах (проектах) ФГБОУ ВО Московский Политехнический университет.

Материалы, представленные в курсовых проектах и вопросы к защите курсовых проектов, являются предметом обсуждения при сдаче курсовых проектов. Преподавателю предоставляется право задавать обучающимся при приеме экзамена по дисциплине дополнительные вопросы, относящиеся к выполнению курсовых проектов.

Фонды оценочных средств представлены в приложении 1 к рабочей программе.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по специальности **08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений».**

Программу составил:

доцент, к.т.н. /А. Н. Зайцев /

Программа утверждена на заседании кафедры “Промышленное и гражданское строительство ” «_28_» _августа_ 2022 г., протокол № _1__

Заведующий кафедрой

доцент, к. т. н. /А.Н. Зайцев/

Приложение 1
к рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: **08.05.01** СТРОИТЕЛЬСТВО УНИКАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
ОП (профиль): «Строительство высотных и большепролётных зданий и сооружений»
Форма обучения: заочная
Вид профессиональной деятельности: (в соответствии с ФГОС ВО)

Кафедра: Промышленное и гражданское строительство

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Теоретические основы теплотехники

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

- показатель уровня сформированности компетенций;
- перечень оценочных средств по дисциплине

Составители: к.т.н. Зайцев А.Н.

Москва, 2022 г

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Металлические конструкции					
ФГОС ВО **08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений »**					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **общепрофессиональные и профессиональные компетенции**:					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенци**	**Форма оценочного средства***	**Степени уровней освоения компетенций**
ИНДЕКС	**ФОРМУЛИРОВКА**				
ОПК-1	**Способность** решать прикладные задачи строительной отрасли, используя теорию и методы фундаментальных наук	**знать:** методы и средства физического и численного (компьютерного) моделирования, используя фундаментальные науки; **уметь:** использовать универсальные и специализированные программно-вычислительные комплексы и системы автоматизированного проектирования; **владеть:** способностью вести разработку эскизных, технических и рабочих проектов уникальных объектов.	лекция, самостоятельная работа, практические занятия	РТ П	**Базовый уровень** - способен анализировать разработки эскизных, технических и рабочих проектов уникальных объектов, используя теорию и методы фундаментальных наук. **Повышенный уровень** - способен использовать универсальные и специализированные программно-вычислительные комплексы и системы автоматизированного проектирования.

Приложение 2
к рабочей программе

Перечень оценочных средств по дисциплине
«Теоретические основы теплотехники

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС*
1	Проект (курсовой) (П)	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.	Темы индивидуальных проектов
2	Рабочая тетрадь (РТ)	Дидактический комплекс, предназначенный для самостоятельной работы обучающегося и позволяющий оценивать уровень усвоения им учебного материала.	Образец рабочей тетради

*)- Вопросы к лабораторным работам и экзамену приведены в Приложении 4

Структура и содержание дисциплины «Металлические конструкции» по направлению подготовки 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений» (инженер)

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
	Девятый семестр														
1	Предмет технической термодинамики. Статистический и термодинамический методы исследования. Термодинамическая система. Рабочее тело. Термодинамические параметры. Равновесное и неравновесное состояния. Обратимый и необратимый процессы. Термодинамическая	6		4	4	2	6								

	поверхность. Идеальный газ как простейшая модель рабочей среды. Законы Бойля-Мариотта. Гей-Люсака, Авогадро. Уравнения состояния идеального газа в форме Клапейрона и в форме Менделеева. Удельная и универсальная газовая постоянная. Газовые смеси. Закон Дальтона. Способы задания состава, связь между ними. Параметры состояния газовой смеси. Газовая постоянная, молярная масса, парциальное давление. Теплоемкости идеальных и смеси газов. Виды теплоемкости. Истинное и среднее значение теплоемкости														
2	Понятие работы в термодинамике, графическая ее интерпретация на диаграмме. Понятие теплоты процесса. Теплота и работа как формы передачи энергии. Внутренняя энергия. Внешняя полезная работа термодинамической системы. Энтальпия. Формулировки и аналитическая форма первого закона термодинамики. Анализ	6		4	4	2	6								

	термодинамических процессов изменения состояния идеального газа на основе первого закона термодинамики. Изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный процессы: уравнения процессов, изображения на диаграмме, расчетные выражения для теплоты и работы. Тема 3. Понятие кругового процесса, цикл. Подведенное и отведенное в процессе тепло. Полезная работа. Термический кпд, холодильный коэффициент. Цикл Карно.														
3	Тема 3. Регенеративный цикл. T,s-диаграмма. Основные процессы в координатах T,s. Сущность и аналитическое выражение второго закона термодинамики. Интеграл Клаузиуса. Термодинамические тождества.	6		4	4	2	6								
4	Тема 4. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Термодинамические параметры воды и водяного пара. Процесс парообразования в p,v- и T,s- диаграммах. Жидкость в состоянии насыщения и сухой насыщенный пар. Влажный пар, степень сухости. Перегретый пар. Расчет параметров влажного	6		4	4	2	6								

	пара. Принципы построение и характерные особенности h,s-диаграммы водяного пара.														
5	Тема 5. Влажный воздух как смесь идеальных газов. Получение расчетных выражений для газовой постоянной, молярной массы, плотности и теплоемкости, влагосодержания, относительной влажности, энтальпии влажного воздуха. Насыщенный и ненасыщенный влажный воздух. I,d- диаграмма влажного воздуха: принципы построения, характерные особенности, определение параметров. Расчет основных процессов с использование диаграммы: нагрева влажного воздуха, охлаждение. Уменьшение влагосодержания, адиабатное увлажнение.	6		4	4	2	6								
6	Тема 6. Уравнение первого закона термодинамики для потока. Располагаемая работа, работа проталкивания, работа изменения кинетической и потенциальной энергии потока, уравнения первого закона для адиабатного потока. Истечение газа из простого сопла. Расчетные соотношения для	6		4	4	2	6								

	скорости и расхода переход через скорость звука, критические параметры. Истечение из сопла Лаваля. Дросселирование газов и паров. Изменение параметров в процессе дросселирования. Практическое использование процесса дросселирования.														
7	Тема 7. Принцип работы одноступенчатого поршневого компрессора. Многоступенчатые поршневые компрессоры. Работа реального поршневого компрессора Лопаточные компрессоры. Утилизация теплоты.	6		4	4	2	6								
8	Тема 8. Циклы поршневых ДВС: с изохорным, с изобарным и смешанным подводом теплоты. Выражение для термического кпд цикла. Методы повышения эффективности поршневых ДВС. Эжектирование. Циклы газотурбинных установок. Принципиальная схема и термодинамический ГТУ с подводом теплоты при постоянном давлении. Методы повышения термического кпд ГТУ. Регенерация, многоступенчатое сжатие и ступенчатый подвод теплоты.	6		4	4	2	6			+					

9	Тема 9. Схема паротурбинной установки. Принципиальная возможность реализации цикла Карно, внутренняя и внешняя необратимость. Цикл Ренкина., его термический кпд. Методы повышения термического кпд цикла Ренкина. Цикл со вторичным перегревом пара. Цикл с регенеративным подогревом. Баланс энергии паротурбинной установки, кпд, его составляющие. Учет необратимости при адиабатном расширении пара. Удельный расход пара, теплоты и топлива. Эксергетический метод исследования экономичности тепловых установок. Методы безмашинного преобразования теплоты в электрическую энергию. Тема 10. Циклы холодильных установок. Схема и цикл воздушной холодильной установки, сравнение с циклом Карно. Повышение эффективности цикла воздушной холодильной установки путем использования регенерации теплоты. Принципиальная схема и цикл парокомпрессорной холодильной установки. Абсорбционная холодильная	6		4	4	2	6			+			+		

	установка. Пароэжекторная холодильная установка. Химическое равновесие термодинамической системы, равновесие в сложных системах, гетерогенные системы, стехиометрические уравнения, эндотермические и экзотермические реакции, химическое равновесие. Основные понятия и законы переноса теплоты и вещества. Стационарная и нестационарная теплопроводность. Конвективный теплообмен. Элементы теории массообмена. Тепловое излучение. Теплообменные аппараты.														
	Форма аттестации									+				**Э**	
	Всего часов по дисциплине в девятом семестре			**36**	**36**	**18**	**54**								

Контроль промежуточных и итоговых знаний студента

ТЕСТ

Выбрать один правильный ответ на каждый вопрос:

1. Наука о превращении тепла в работу:

а) физика;
б) гидравлика;
в) термодинамика.

2. Расчетная формула для определения абсолютного давления:

а) $P_{абс.} = B + P_{изб.}$
б) $P_{абс.} = B - P_{изб.}$
в) $P_{абс.} = P_{изб.} - B$

3. Единицы измерения давления в системе СИ:

а) мм вод. ст.
б) Па
в) мм рт. ст.

4. Процесс изменения параметров состояния газа при неизменном давлении называется:

а) изотермическим;
б) изобарическим;
в) изохорическим.

5. Соотношение параметров в изобарическом процессе:

а) $P_1 / P_2 = V_2 / V_1$
б) $P_1 / P_2 = T_1 / T_2$
в) $V_1 / V_2 = T_1 / T_2$

6.Процесс изменения параметров состояния газа при неизменной температуре:

а) изобарический;
б) изохорический;
в) изотермический.

7. Процесс изменения параметров газа при неизменном объеме:

а) изотермический;
б) изобарический;
в) изохорический

8. Уравнение изобарического процесса:

а) $P = const$
б) $PV = const$
в) $PV^k = const$

9.От теплоемкости газа зависит:

а) количество тепла;
б) вид процесса;
в) величина давления;

10. Массовая теплоемкость имеет размерность:

а) Дж/кг град;
б) Дж/м^{3}град;
в) Дж.

11. Условное обозначение удельного количества тепла:
а) C
б) i
в) q
12. Единицы измерения удельного количества тепла:
а) кг;
б) КДж
кг град;

в) КДж
кг.
13. Характеристическое уравнение идеального газа:
а) PV = RT
б) q = Cp·Δt
в) q = ΔU + l
14. Энтальпия – это:
а) название процесса;
б) параметр состояния;
в) вид энергии.
15. q = ΔU + l – это уравнение:
а) I закон термодинамики;
б) II закон термодинамики;
в) III закон термодинамики;
16. Условное обозначение работы:
а) ”q”
б) “l”
в) “ ΔU ”
17. Первый закон термодинамики:
а) указывает направление процесса;
б) устанавливает количественные соотношения между теплотой и работой;
в) характеризует процесс;
18. В каком процессе не совершается работа:
а) изобарический;
б) изохорический;
в) изотермический.
19. Площадь фигуры, ограниченная линиями цикла, в P-V диаграмме определяет:
а) тепло;
б) работу;
в) КПД.
20. Изобара в P-V диаграмме изображается:
а) горизонтальной прямой;
б) вертикальной прямой;
в) логарифмической кривой.
21. T-S диаграмма позволяет графически определить:
а) работу;
б) тепло;

в) КПД.

22. При подводе тепла. энтропия:

а) увеличивается;

б) уменьшается;

в) не меняется.

23. Температура перегретого пара:

а) равна $t_{нас;}$

б) больше $t_{нас;}$

в) меньше $t_{нас.}$

24. T-S диаграмма позволяет определять параметры состояния:

а) идеального газа;

б) водяного пара;

в) воды.

25. По таблицам насыщенного водяного пара определяются параметры:

а) перегретого пара;

б) нагретой воды;

в) сухого насыщенного водяного пара.

26. Пар, находящийся при температуре насыщения и имеющий в своем составе кипящую воду, называется:

а) перегретым;

б) сухим;

в) влажным насыщенным.

27. По формуле i_2-i_1 определяется:

а) тепло в изохорном процессе;

б) тепло в изобарном процессе;

в) работа.

28. X- сухость сухого насыщенного пара равна:

а) X=1

б) X=0

в) 0<X<1



29. Графическое изображение процесса (S= const) : J



а) адиабатное истечение пара ; 1 P_2

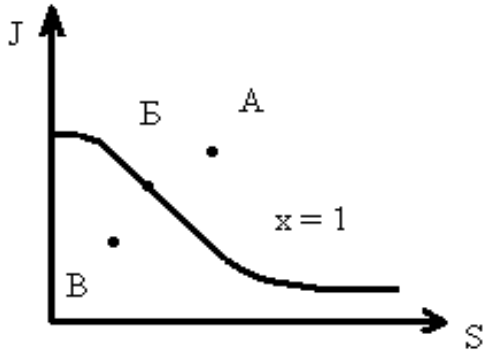
б) дросселирование;

в) изобарный процесс.



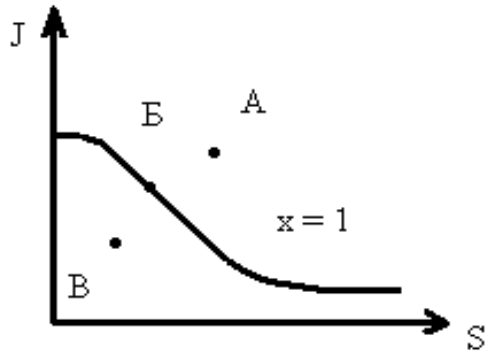
2 S

30. Состояние перегретого пара в I – S диаграмме соответствует точке:



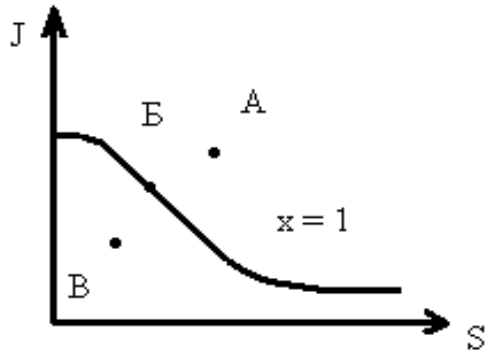
а) А;
б) Б;
в) В.

31. Состояние сухого насыщенного пара соответствует точке:



а) Б;
б) В;
в) А.

32. Состояние влажного насыщенного пара соответствует точке:



а) В;
б) А;
в) Б.

33. С увеличением температуры, энтальпия пара:

а) увеличивается;
б) уменьшается;
в) остается неизменной.

34. Теплоемкость воды:

а) 1 ккал/кг град;
б) 1 КДж/кг град;
в) 1000 Дж/ кг град.

35. 1 ккал соответствует:

а) 1 кДж;
б) 4,19 кДж;
в) 4,19 Дж.

36. Условное обозначение коэффициента теплоотдачи:

а) «λ»
б) «α»
в) «к»

37. Тепло передается теплопроводностью, в основном:

а) в твердом теле;
б) в жидкостях;
в) в газах.

38. При передаче тепла температура:

а) не меняется;
б) увеличивается;
в) уменьшается.

39. Обозначение коэффициента теплопроводности:

а) «λ»
б) «α»
в) «к»

40. Термическое сопротивление теплопроводности определяется по формуле:

а) $R= \lambda$
б) $R= \delta/\lambda$
в) $R=t_{ст1} – t_{ст2}$

41. Уравнение удельной тепловой мощности:

а) $q=\delta/\lambda$
б) $q=\Delta t/R$
в) $q=R/\Delta t$

42. Как влияет загрязнение поверхности на термическое сопротивление теплопроводности:

а) увеличивает;
б) снижает;
в) не оказывает влияние.

43. Как влияет загрязнение поверхности на мощность теплового потока:

а) увеличивает;
б) снижает;
в) не оказывает влияние.

44. Единицы измерения Q-тепловой мощности:

а) Вт;
б) Вт/м град;
в) Вт/м^{2}град.

45. Изоляционные свойства материала тем лучше, чем λ:

а) меньше;

б) больше;
в) не имеет значения.

46. Изоляционные свойства материала лучше, чем R-термическое сопротивление:

а) меньше;
б) не имеет значения;
в) больше.

47. Тепловые потери на погонный метр трубы – это:

а) разность температур;
б) линейный тепловой поток;
в) термическое сопротивление.

48. Единицы измерения q_l-линейного теплового потока:

а) Вт;
б) Вт/м;
в) м.

49. Определяющее условие конвективного теплообмена:

а) твердое тело;
б) неподвижность среды;
в) движение среды.

50. Уравнение теплопередачи:

а) $Q=\kappa F \Delta t$
б) $Q=\Delta t F \lambda/\delta$
в) $Q=F \Delta t/R$

ОТВЕТЫ
1-в 26-в
2-а 27-б
3-б 28-а
4-б 29-а
5-в 30-а
6-в 31-а
7-в 32-а
8-а 33-а
9-а 34-а
10-а 35-б
11-в 36-б
12-в 37-а
13-а 38-в
14-б 39-а
15-а 40-б

16-б 41-б
17-б 42-а
18-б 43-б
19-б 44-а
20-а 45-а
21-б 46-в
22-а 47-б
23-б 48-б
24-б 49-в
25-в 50-а

Критерии оценки знаний
От 0 до 2 ошибок – оценка «отлично»
От 3 до 7 ошибок – оценка «хорошо»
От 8 до 15 ошибок – оценка «удовлетворительно»
Свыше 15 ошибок – оценка «неудовлетворительно»

ТЕСТ
для промежуточного контроля знаний
Вариант 1

1. ***Наука о превращении тепла в работу***
а) физика
б) гидравлика
в) термодинамика

2. ***От теплоемкости газа зависит***
а) количество тепла
б) вид процесса
в) величина давления

3. ***Энтальпия – это***
а) название процесса
б) параметр состояния
в) вид энергии

4. ***Температура перегретого пара***
а) равна $t_{нас}$
б) больше $t_{нас}$
в) меньше $t_{нас}$

5. ***По формуле i_2-i_1 определяется:***
а) тепло в изохорном процессе
б) тепло в изобарном процессе

в) работа

6. ***Единицы измерения давления в системе СИ***

а) мм вод. ст б) Па

в) мм рт. ст

7. ***Условное обозначение удельного количества тепла***

а) С

б) i

в) q

8. q = ΔU + l – это уравнение

а) I закон термодинамики

б) II закон термодинамики

в) III закон термодинамики

9. i-S диаграмма позволяет определять параметры состояния

а) идеального газа

б) водяного пара

в) воды

10. X- сухость сухого насыщенного пара равна

а) X=1

б) X=0

в) 0<X<1

Вариант 2

1. Процесс изменения параметров состояния газа при неизменном давлении называется

а) изотермическим

б) изобарическим

в) изохорическим

2. Единицы измерения удельного количества тепла

а) кг

б) КДж

кг град

в) КДж

кг.

3. Первый закон термодинамики

а) указывает направление процесса

б) устанавливает количественные соотношения между теплотой и работой

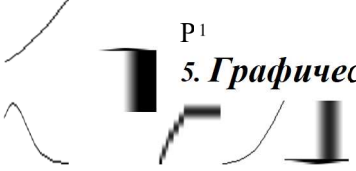
в) характеризует процесс

4. По таблицам насыщенного водяного пара определяются параметры

а) перегретого пара

б) нагретой воды

в) сухого насыщенного водяного пара



5. Графическое изображение процесса (S= const)

а) адиабатное истечение пара

б) дросселирование
в) изобарный процесс
x=1

2
S

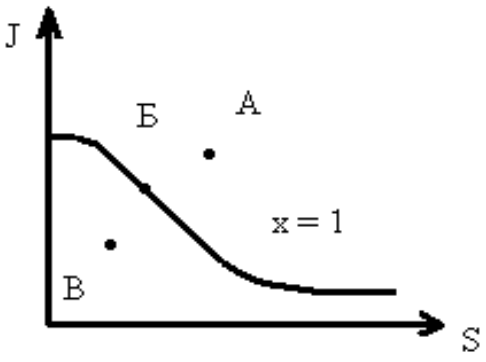
6. Процесс изменения параметров состояния газа при неизменной температуре
а) изобарический
б) изохорический
в) изотермический

7. Характеристическое уравнение состояния для 1 кг идеального газа
а) PV = RT
б) q = Cp·Δt
в) q = ΔU + l

8. T-S диаграмма позволяет графически определить
а) работу
б) тепло
в) КПД

9. Пар, находящийся при температуре насыщения и имеющий в своем составе кипящую воду
а) перегретый
б) сухой
в) влажный насыщенный

10. Состояние перегретого пара в I – S диаграмме соответствует точке



а) А
б) Б
в) В

Критерии оценки знаний
0 ошибок – оценка «отлично»
От 1 до 2 ошибок – оценка «хорошо»
От 3 до 5 ошибок – оценка «удовлетворительно»
Свыше 5 ошибок – оценка «неудовлетворительно»

Вопросы к экзамену

1.Основные параметры состояния газа (температура, удельный объем, плотность, давление, единицы измерения).
2. Законы идеальных газов. Соотношения параметров состояния.
3. Характеристическое уравнение состояния идеального газа, газовая постоянная, универсальная газовая постоянная.
4. Газовая смесь. Состав газовой смеси. Парциальное давление. Определение кажущейся молекулярной массы, плотности смеси, газовой постоянной смеси.
5. Теплоемкость. Виды теплоемкостей. Определение количества тепла. Способы определения теплоемкости.
6. Первый закон термодинамики, содержание, аналитическое выражение, единицы измерения энергии.
7. Внешняя работа расширения газов. Определение внешней работы расширения
8. Диаграмма P-V и её свойства.
9. Изобарный процесс идеального газа (P=const). Основные расчетные уравнения.
10. Изохорный процесс идеального газа (V=const). Расчетные уравнения.
11. Энтальпия. Физический смысл энтальпии. Расчетные уравнения.
12. Внутренняя энергия газа. Физический смысл. Расчетные уравнения.
13. Зависимость между теплоемкостью при постоянном объеме и теплоемкостью при постоянном давлении.
14. Изотермический процесс идеального газа (T=const). Расчетные уравнения.
15. Адиабатный процесс идеального газа (q=0). Расчетные уравнения.
16. Политропный процесс идеального газа (PV^n= const). Определение тепла в политропном процессе. Определение показателя политропы (n).
17. Сводная диаграмма P-V основных термодинамических процессов идеального газа.
18. Круговые процессы. Термический КПД круговых процессов. Обратимые и необратимые процессы и циклы.
19. Цикл Карно. Изображение цикла Карно в P-V диаграмме. Определение термического КПД
20. Второй закон термодинамики. Формулировка и объяснение.
21. Энтропия. Общее математическое выражение. Расчетные уравнения энтропии.
22. Диаграмма T-S и её свойства. Цикл Карно в диаграмме T-S.
23. Основные термодинамические процессы в диаграмме T-S.
24. Процесс парообразования при P=const в диаграмме P-V.
25. Сухой насыщенный пар. Определение параметров состояния.
26. Влажный насыщенный пар. Определение параметров состояния.
27. Перегретый пар. Перегрев пара. Определение параметров состояния.

28. Определение параметров воды (при t=0, до кипения, и кипящей).
29. Процесс парообразования при P=const в диаграмме T-S.
30. Диаграмма i-s водяного пара и её практическое применение.
31. Основные термодинамические процессы водяного пара. Изображение в i-s диаграмме. Расчетные уравнения..
32. Теоретические циклы ПСУ. Цикл Ренкина. Изображение в T-S и P-V диаграммах теоретических КПД.
33. Пути повышения экономичности цикла Ренкина. Значение теплофикации.
34. Процесс истечения водяного пара в i-s диаграмме. Назначение сопел.
35. Дросселирование газов и паров. Изменение параметров состояния газов и водяного пара при дросселировании. Процесс дросселирования водяного пара в i-s диаграмме.
36. Передача тепла теплопроводностью через однородную плоскую и многослойную плоскую стенку. Термическое сопротивление теплопроводности.
37. Передача тепла теплопроводностью через цилиндрическую однородную и многослойную стенки. Термическое сопротивление теплопроводности.
38. Теплоотдача между жидкостью и плоской стенкой. Коэффициент теплоотдачи. Термическое сопротивление.
39. Теплоотдача между жидкостью и цилиндрической поверхностью. Термическое сопротивление.
40. Теплопередача через плоскую стенку (однородную и многослойную). Термическое сопротивление. Коэффициент теплопередачи. Уравнение теплопередачи.
41. Теплопередача через цилиндрическую стенку (однородную и многослойную). Термическое сопротивление.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ БИЛЕТЫ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Процесс парообразования при P=const в диаграмме P-V.

2. Передача тепла теплопроводностью через однородную плоскую стенку. Термическое сопротивление теплопроводности.

3. Задача.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

1.Сухой насыщенный пар. Определение параметров состояния.

2.Передача тепла теплопроводностью через цилиндрическую однородную стенку. Термическое сопротивление теплопроводности.

3. Задача.

1.Перегретый пар. Перегрев пара. Определение параметров состояния.

2. Передача тепла теплопроводностью через цилиндрическую многослойную стенку. Термическое сопротивление теплопроводности.

3. Задача.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4

1. Определение параметров воды (при t=0, до кипения, кипящий).

2. Теплоотдача между жидкостью и плоской стенкой. Коэффициент теплоотдачи. Термическое сопротивление.

3. Задача.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5

1.Изотермический процесс водяного пара. Изображение в i-s диаграмме. Расчётное уравнение.

2. Коэффициент теплопередачи. Термическое сопротивление. Уравнение теплопередачи.

3. Задача.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6

1.Влажный насыщенный пар. Определение параметров состояния.

2. Передача тепла теплопроводностью через цилиндрическую однородную стенку. Термическое сопротивление теплопроводности.

3. Задача.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7

1.Процесс парообразования при P= const в диаграмме T-S.

2.Коэффициент теплоотдачи. Термическое сопротивление

3. Задача

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8

1.Диаграмма i -s водяного пара и её практическое применение.

2.Теплоотдача между жидкостью и цилиндрической поверхностью. Термическое сопротивление.

3. Задача.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 9

1.Изохорный процесс водяного пара. Изображение в i-s диаграмме. Расчётное уравнение.

2.Теплопередача через плоскую однородную стенку. Термическое сопротивление.

3. Задача.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 10

1. Изобарный процесс водяного пара. Изображение в i-s диаграмме. Расчётное уравнение.

2 Теплопередача через плоскую многослойную стенку. Термическое сопротивление.

3. Задача.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 11

1.Адиабатный процесс водяного пара. Изображение в i-s диаграмме. Расчётное уравнение.

2.Теплопередача через цилиндрическую однородную стенку. Термическое сопротивление.

3. Задача.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 12

1. Последовательность решения задач по водяному пару. Применение i-s диаграммы.

2. Теплопередача через цилиндрическую многослойную стенку. Термическое сопротивление.

3. Задача.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 13

1. Теоретические циклы ПСУ. Цикл Ренкина. Изображение T-S и P-V диаграммах теоретических КПД.

2. Теплообмен излучением. Особенности и характеристики лучистого теплообмена.

3. Задача.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 14

1. Пути повышения экономичности цикла Ренкина. Значение теплофикации.

2. Закон излучения Стефана-Больцмана. Экраны.

3. Задача.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 15

1.Схема установки и цикл со вторичным перегревом пара.

2.Способы теплообмена. Основные понятия и определения.

3. Задача.

«_ _» _____2017 г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 16

1. Теплофикационный цикл ПСУ.

2. Уравнение теплопередачи. Термическое сопротивление.

3. Задача.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 17

1.Кинетическая энергия струи при истечении и принцип её использования. Скорость истечения.

2. Коэффициент теплопередачи. Термическое сопротивление.

3. Задача.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 18

1. Дросселирование газов и паров. Изменение параметров, состояния газов и водяного пара при дросселировании. Процесс дросселирования водяного пара в i-s диаграмме.

2. Теплопередача через цилиндрическую однородную стенку.

3. Задача.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 19

1. Передача тепла теплопроводностью через многослойную плоскую стенку.

2. Влажный насыщенный пар. Определение параметров состояния.

3. Задача.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 20

1. Передача тепла теплопроводностью через цилиндрическую однородную стенку.

2.Определение параметров воды (при t=0, до кипения, кипящий).

3. Задача.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 21

1. Передача тепла теплопроводностью через цилиндрическую многослойную стенку.

2.Процесс парообразования при P= const в диаграмме T-S.

3. Задача.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 22

1.Теплоотдача между жидкостью и цилиндрической поверхностью.

2. Сухой насыщенный пар. Определение параметров состояния.

3. Задача.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 23

1. Адиабатный процесс водяного пара. Изображение в i-s диаграмме. Расчётное уравнение.

2. Основныеп законы излучения.

3. Задача.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 24

1.Теплообмен излучением. Особенности и характеристики лучистого теплообмена.

2.Перегретый пар. Перегрев пара. Определение параметров состояния.

3. Задача.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 25

1.Процесс истечения водяного пара в i-s диаграмме. Назначение расширяющихся сопел. Сопло Лаваля.

2.Тепалопередача. Уравнение теплопередачи. Термическое сопротивление.

3. Задача.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 26

1.Критическое давление. Определение критического давления рабочего тела при истечении.

2.Излучательная способность экранной поверхности.

3. Задача.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 27

1. Расход водяного пара при истечении. Зависимость расхода пара при истечении от перепада давления.

2.Сложный теплообмен. Теплоотдача при конденсации пара и кипении жидкости.

3. Задача.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 28

1.Теплоотдача между жидкостью и плоской стенкой. Коэффициент теплоотдачи. Термическое сопротивление.

2.Диаграмма i -s водяного пара и её практическое применение.

3. Задача.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 29

1.Передача тепла теплопроводностью через однородную плоскую стенку.

2.Процесс парообразования при P=const в диаграмме P-V.

3. Задача.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 30

1.Теплоотдача между жидкостью и плоской стенкой. Коэффициент теплоотдачи. Термическое сопротивление.

2.Диаграмма i -s водяного пара и её практическое применение.

3. Задача.