

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 01.06.2023 01:00:57
Уникальный программный ключ:
ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский университет дружбы народов
имени Патриса Лумумбы»**

Инженерная академия

(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теплотехника

(наименование дисциплины/модуля)

Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):

Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Теплотехника» является формирование у студентов необходимых знаний по теории процессов в газах, отражением указанных процессов на р-V, Т-S- диаграммах, методам расчета параметров рабочего тела бензинового двигателя и дизеля; формирование у студентов необходимых знаний по теории теплообмена, методам расчета переноса тепла в различных объектах и средах.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Теплотехника» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Демонстрирует знание основных законов математических и естественных наук, необходимых для решения типовых задач профессиональной деятельности
		ОПК-1.2 Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в области эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Теплотехника» относится к вариативной компоненте блока Б1 ОП ВО.

В рамках ОП ВО обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Теплотехника».

Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	Физика, Химия	Гидравлические и пневматические системы транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования Эксплуатационная практика

* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Теплотехника» составляет 3 зачетных единицы.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения ОП ВО для **ОЧНОЙ** формы обучения

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.	Семестр(- ы)
		4
Контактная работа, ак.ч.	51	34
в том числе:		
Лекции (ЛК)	17	17
Лабораторные работы (ЛР)		
Практические/семинарские занятия (СЗ)	34	34
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	30	30
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	27	27
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	108
	зач.ед.	3

Таблица 4.2. Виды учебной работы по периодам освоения ОП ВО для **ЗАОЧНОЙ** формы обучения*

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.	Семестр(-ы)
		2
Контактная работа, ак.ч.	10	10
в том числе:		
Лекции (ЛК)	4	4
Лабораторные работы (ЛР)		
Практические/семинарские занятия (СЗ)	6	6
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	89	89
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	9	9
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	108
	зач.ед.	3

* - заполняется в случае реализации программы в заочной форме

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
Раздел 1. Введение и основные определения	Тема 1.1. Определение термодинамики как научной дисциплины. Термодинамика как теоретическая основа теплоэнергетики в развитии производительных сил.	ЛК
	Тема 1.2. Краткие исторические сведения о развитии термодинамики. Роль русских ученых в развитии термодинамики и теплоэнергетики.	ЛК
Раздел 2. Термодинамическая система	Тема 2.1. Термодинамическая система и окружающая среда. Термодинамические системы: закрытая, открытая (проточная), изолированная. Рабочее тело как частный случай термодинамической системы. Внутренняя энергия термодинамической системы. Взаимодействие - обмен энергией между системой и окружающей средой.	ЛК
	Тема 2.2. Понятие о термодинамических степенях свободы - родах взаимодействия. Простая термо-	СЗ

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
	динамическая система. Состояние термодинамической системы: неравновесное, равновесное. Функции состояния.	
Раздел 3. Первый закон термодинамики	Тема 3.1. Выражение изменения внутренней энергии замкнутой системы через количества теплоты и работы. Правило знаков. Уравнения I-го закона термодинамики для конечных и бесконечно малых процессов для полных и удельных количеств рабочего тела. Параметры состояния системы, функции состояния, независимые переменные. Координаты термодинамического состояния, их свойства, однозначная связь их изменения с родом взаимодействия в равновесных процессах. Объем как координата деформационного состояния. Энтропия как координата теплового состояния. Принцип существования энтропии.	ЛК
	Тема 3.2. Понятие об уравнениях состояния. Использование координат состояния в качестве независимых переменных. Калорические и термические уравнения состояния. Термодинамические поверхности состояний. Уравнения Клапейрона-Менделеева и Ван-дер-Ваальса - примеры уравнений состояний.	СЗ
Раздел 4. Термодинамический процесс	Тема 4.1. Понятие о равновесных и неравновесных процессах. Роль и значение в термодинамике представлений о равновесных состояниях и процессах. Выражение количества теплоты через температуру и энтропию. Зависимость количества теплоты от характера термодинамического процесса. Уравнение термодинамического процесса при переменных энтропии и температуре. Графическое представление теплоты в тепловой диаграмме. Теплота замкнутого процесса, отличие бесконечно малого количества теплоты от полного дифференциала.	ЛК
	Тема 4.2. Основное уравнение термодинамики - выражение дифференциала внутренней энергии как функции состояния через объем и энтропию как независимые переменные. Роль и значение основного уравнения.	СЗ
Раздел 5. Теплоемкость	Тема 5.1. Истинная и средняя, удельная, мольная и объемная теплоемкости. Зависимости теплоемкости от характера термодинамического процесса. Вычисление количества теплоты через теплоемкость и изменение температуры. Теплоемкости при постоянном давлении и постоянном объеме. Формула Майера. Шкала абсолютного потенциала взаимодействия. Нулевое начало термодинамики - закон о тепловом равновесии. Условия, необходимые для построения температурной шкалы. Шкала относительной температуры. Шкала абсолютной идеально-газовой температуры. Шкала термодинамической температуры.	ЛК
	Тема 5.2. Уравнения и формулировки первого начала термодинамики для открытой системы. Энтальпия,	СЗ

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
	располагаемая работа. Аналитическое выражение и графическое представление располагаемой работы.	
Раздел 6. Термодинамические циклы тепловых машин	Тема 6.1. Условия, необходимые для осуществления прямого термодинамического цикла (цикла теплового двигателя): наличие источника теплоты с повышенной температурой (горячего источника), необходимость отвода теплоты от рабочего тела для замыкания цикла, наличие приемника теплоты с пониженной температурой (холодного источника).	ЛК
	Тема 6.2. Термический коэффициент полезного действия прямого цикла. Цикл Карно и теорема Карно. Средние эффективные температуры подвода и отвода теплоты и идеальных образцовых циклов реальных двигателей, эквивалентный цикл Карно. Пути повышения термического к.п.д. циклов. Использование цикла Карно для построения термодинамической температурной шкалы. Условия равновесного взаимопревращения теплоты и работы.	СЗ
Раздел 7. Второе начало термодинамики	Тема 7.1. Принцип существования энтропии, его физический смысл и аналитическое выражение. Односторонняя направленность и термодинамическая необратимость самопроизвольных неравновесных процессов. Диссипация энергии, принцип возрастания энтропии, его физический смысл и аналитическое выражение для термодинамической системы. Возрастание энтропии изолированной системы взаимодействующих тел при неравновесных процессах и деградации ее энергии. Формулировки второго начала термодинамики и их отношение к принципам существования и возрастания энтропии.	ЛК
	Тема 7.2. Энтропия как характеристика термодинамической вероятности состояния системы частиц. Ограничения области применения принципа возрастания энтропии. Критика с позиций диалектического материализма реакционного характера концепции "тепловой смерти Вселенной". Энтропия как характеристика информации.	СЗ
Раздел 8. Характеристические функции и дифференциальные уравнения термодинамики	Тема 8.1. Значение характеристических термодинамических функций в построении аналитического аппарата термодинамики. Сопоставление метода циклов и метода термодинамических функций.	ЛК
	Тема 8.2. Значение дифференциальных уравнений термодинамики. Дифференциальные уравнения для внутренней энергии; энтальпии, энтропии в независимых переменных температура-объем, температура-давление, объем-давление.	СЗ
Раздел 9. Теплоемкость реальных газов	Тема 9.1. Соотношение между изохорной и изобарной теплоемкостями реальных тел. Зависимость изохорной теплоемкости от объема и изобарной теплоемкости от давления.	ЛК
	Тема 9.2. Получение уравнений состояния из экспериментальных данных по теплоемкости и из выражений для характеристических функций.	СЗ

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
Раздел 10. Циклы поршневых двигателей	Тема 10.1. Разновидности циклов поршневых двигателей. Цикл поршневого двигателя внутреннего сгорания со смешанным подводом теплоты, с подводом теплоты при $V=\text{const}$ и $P=\text{const}$. Термодинамический к.п.д. цикла. Сопоставление экономичности циклов.	ЛК
	Тема 10.2. Разновидности циклов поршневых двигателей. Цикл поршневого двигателя внутреннего сгорания со смешанным подводом теплоты, с подводом теплоты при $V=\text{const}$ и $P=\text{const}$. Термодинамический к.п.д. цикла. Сопоставление экономичности циклов.	СЗ
Раздел 11. Теплопроводность	Тема 11.1. Основные понятия и определения. Закон Био-Фурье. Коэффициент теплопроводности, его зависимость от термодинамических параметров. Решение задач стационарной теплопроводности: для пластины, цилиндра, шара, при различных физических условиях и различных граничных условиях. Распределение температуры в стержне, прямоугольном ребре, цилиндрическом ребре, в системе ребер. Температурное поле в пористой стенке при охлаждении ее жидкостью. Стационарное двумерное температурное поле в плоской пластине.	ЛК
	Тема 11.2. Задачи нестационарной теплопроводности. Решение задачи для плоской пластины при граничных условиях третьего рода. Нестационарное температурное поле в цилиндре. Нестационарное температурное поле в телах ограниченных размеров (призма, цилиндр). Нестационарное температурное поле полуограниченного массива. Периодическое температурное поле. Регулярный режим.	СЗ
Раздел 12. Конвективный теплообмен	Тема 12.1. Основные факторы, влияющие на интенсивность конвективного теплообмена. Свободная, смешанная и вынужденная конвекция. Закон Ньютона-Рихмана, коэффициент теплоотдачи. Математическое описание процесса конвективного теплообмена: уравнение энергии, уравнения движения вязкой жидкости, уравнение неразрывности, уравнение состояния, уравнение диффузии. Условия однозначности. Основные сведения из теории подобия и анализа размерностей: необходимые условия подобия явлений. Получение критериев из системы дифференциальных уравнений. Определяющие и определяемые критерии подобия. Физический смысл критериев. Общие принципы теории размерностей, - теорема. Моделирование тепловых процессов. Определяющие температура и размер, характерные скорость и разность температур.	ЛК

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
	Тема 12.2. Приложение теории пограничного слоя к решению задач конвективного теплообмена. Система уравнения для ламинарного пограничного слоя. Решение задач о теплообмене на плоской пластине при ламинарном пограничном слое. Система уравнений для турбулентного пограничного слоя. Турбулентное трение и теплопроводность. Интегральные методы решения задач теплообмена при наличии турбулентного пограничного слоя. Конвективный теплообмен при ламинарном и турбулентном движении жидкости в трубах и каналах. Участок стабилизации, основной участок, эквивалентный диаметр, влияние изгиба трубы на интенсивность теплоотдачи. Теплоотдача при внешнем обтекании цилиндра, пучка труб. Методы интенсификации теплоотдачи. Основы расчета теплообменных аппаратов.	СЗ
Раздел 13. Теплообмен излучением	Тема 13.1. Излучение абсолютно черного тела. Абсолютно черное тело. Закон Стефана-Больцмана. Излучение и поглощение лучистой энергии нечерными телами. Закон Кирхгофа. Степень черноты и поглощательная способность. Серое тело.	ЛК
	Тема 13.2. Теплообмен излучением между серыми телами, разделенными прозрачной средой. Лучистый теплообмен между двумя параллельными телами. Теплообмен излучением между двумя поверхностями, образующими замкнутую полость.	СЗ
Раздел 14. Теплопередача	Тема 14.1. Теплопередача между жидкостями через разделяющую их стенку. Гладкая стенка. Оребренная стенка. Теплопередача через цилиндрическую стенку.	ЛК
	Тема 14.2. Основы расчета теплообменных аппаратов. Эффективность теплообменного аппарата. Примеры расчетов теплообменных аппаратов.	СЗ

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
Лекционная	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Лаборатория	Аудитория для проведения лабораторных работ, индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и оборудованием.	Лаборатория автотракторной техники и сельскохозяйственных машин для проведения занятий семинарского типа и самостоятельных работ. ул. Миклухо-Маклая, дом 8, корпус 3. Подъемник ножничный - 1 шт.;

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
		<p>Балансировочный станок - 1 шт.; Шиномонтажный станок - 1 шт.; Подъемник двухстоечный Р – 2500 кг - 1 шт.; Мощностной стенд CARTEC LPS 2510 - 1 шт.; Автомобиль ЗИЛ 131(кузов, шасси) - 1 шт.; Автомобиль ГАЗ 66 (кузов, шасси) - 1 шт.; Трактор ДТ 75 (разрез) - 1 шт.; Трактор МТЗ (разрез) - 1 шт.; Кантователи двигателей - 3 шт.; Стенд для проверки ТНВД - 1 шт.; Прибор диагностический для проверки двигателя автомобиля ULTRASCAN P1 - 1 шт.; Установка для регулировки света фар - 1 шт.; Газоанализатор Cartec SET 2200 С - 1 шт.; Дымомер Cartec LCS 2100 - 1 шт.; Видеоэндоскоп - 1 шт.; Диагностический комплекс Visa 4000 - 1 шт.; Прибор для испытания и регулировки форсунок КИ-2203 - 1 шт.; Установка для диагностики и промывки форсунок НР-6В - 1 шт.; Установка для очистки и проверки свечей зажигания Э 302 П - 1 шт.; Газоанализатор ИНФРАКАР 4-х компонентный М2Т.02 - 1 шт.; Автомобили ЗИЛ, ГАЗ, Разрезы двигателей; Ноутбук Samsung RC730 – 1 шт., Доступ в интернет: Wi-Fi.</p>
Семинарская	Аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Компьютерный класс	Компьютерный класс для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная персональными компьютерами (в количестве 15 шт.), доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Для самостоятельной работы обучающихся	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом	

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
	специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	

* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО!**

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Цирельман, Н. М. Техническая термодинамика : учебное пособие / Н. М. Цирельман. — 2-е изд., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 352 с. — ISBN 978-5-8114-3063-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/107965>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Техническая термодинамика и теплотехника : практикум : [16+] / сост. А. А. Хащенко, М. Ю. Калиниченко, А. Н. Вислогузов; Северо-Кавказский федеральный университет. — Ставрополь: Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2017. — 107 с.: ил. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483836>. — Библиогр. в кн. — Текст: электронный.

3. Галкин, А. Ф. Термодинамика. Сборник задач: учебное пособие / А. Ф. Галкин. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 80 с. — ISBN 978-5-8114-2436-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/92622>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Лифенцева, Л. В. Теплотехника: учебное пособие / Л. В. Лифенцева ; ред. Н. В. Шишкина. — 2-е, перераб. и доп. — Кемерово : Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2010. — 188 с. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=141513>. — ISBN 978-5-89289-658-0. — Текст: электронный.

5. Епифанов, В. С. Техническая термодинамика и теплопередача: лабораторный практикум: [16+] / В. С. Епифанов, А. М. Степанов ; Московская государственная академия водного транспорта. — Москва: Альтаир: МГАВТ, 2015. — 63 с.: ил., табл., схем. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429992>. — Библиогр. в кн. — Текст: электронный.

Дополнительная литература:

1. Теплотехника. Практический курс : учебное пособие / Г. А. Круглов, Р. И. Булгакова, Е. С. Круглова, М. В. Андреева. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-2575-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/96253>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Примеры и задачи по тепломассообмену: учебное пособие / В. С. Логинов, А. В. Крайнов, В. Е. Юхнов [и др.]. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 256 с. — ISBN 978-5-8114-1132-0. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/112072>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров:

Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН
<http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>

- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>

- ЭБС «Консультант студента» www.studentlibrary.ru

- ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>

- ЭБС «Троицкий мост»

2. Базы данных и поисковые системы:

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации
<http://docs.cntd.ru/>

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>

- поисковая система Google <https://www.google.ru/>

- реферативная база данных SCOPUS <http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля:*

1. Курс лекций по дисциплине «Теплотехника».

2. Методические указания для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Теплотехника».

* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины в **ГУИС!**

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Оценочные материалы и балльно-рейтинговая система* оценивания уровня сформированности компетенций (части компетенций) по итогам освоения дисциплины «Теплотехника» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

* - ОМ и БРС формируются на основании требований соответствующего локального нормативного акта РУДН.

РАЗРАБОТЧИК:

Доцент, к.т.н.,
 департамент транспорта



Хлопков С.В.

Наименование БУП

Подпись

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:
 департамент транспорта



Асоян А.Р.

Наименование БУП

Подпись

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:
 Профессор, д.т.н.,
 департамент транспорта



Асоян А.Р.

Должность, БУП

Подпись

Фамилия И.О.