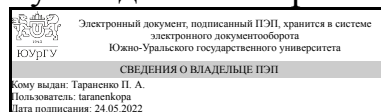


УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



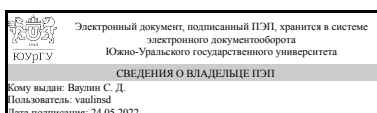
П. А. Тараненко

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.22 Термодинамика и теплопередача
для направления 15.03.03 Прикладная механика
уровень Бакалавриат
форма обучения очная
кафедра-разработчик Двигатели летательных аппаратов

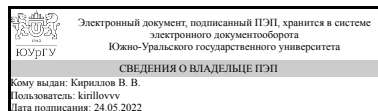
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.03 Прикладная механика, утверждённым приказом Минобрнауки от 09.08.2021 № 729

Зав.кафедрой разработчика,
д.техн.н., проф.



С. Д. Вавлин

Разработчик программы,
д.техн.н., доц., профессор



В. В. Кириллов

1. Цели и задачи дисциплины

Представление обучающимся знаний о законах термодинамики, тепловых свойствах рабочих тел, закономерностях протекания термодинамических процессов, основных видах и закономерностях процессов теплообмена, являющихся базовыми при изучении специальных дисциплин и дисциплин специализации.

Краткое содержание дисциплины

Термодинамика представляет собой науку о закономерностях преобразования энергии. Термодинамика позволяет определить возможность и направленность протекания различных физико-химических процессов. Теплопередача изучает механизмы переноса тепла в различных процессах в науке и технике и является теоретической основой проектирования теплообменных аппаратов различного назначения.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции) | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|---|
| ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности | Знает: основные законы получения, передачи и преобразования тепловой энергии, методы эффективного использования теплоты, принципы действия и области применения теплоэнергетического оборудования Умеет: производить тепловые расчеты и измерения основных теплотехнических показателей, проводить технико-экономическую оценку эффективности методов генерации, передачи и использования тепловой энергии Имеет практический опыт: применения основных законов термодинамики и теплообмена, сравнительного анализа различных способов проведения процессов теплообмена |
| ОПК-11 Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии | Знает: законы термодинамики и теплопередачи в процессах в конструкциях Умеет: применять законы термодинамики и теплопередачи в решении типовых задач Имеет практический опыт: применения основных законов термодинамики и теплообмена, сравнительного анализа различных способов проведения процессов теплообмена |

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|---|---|
| 1.О.26 Введение в направление подготовки, 1.О.10 Математический анализ, 1.О.25 Электротехника и электроника, 1.О.19 Сопротивление материалов и механика конструкций, | Не предусмотрены |

| | |
|---|--|
| 1.О.14 Физика, 1.О.18 Теоретическая механика, 1.О.21 Механика жидкости и газа | |
|---|--|

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

| Дисциплина | Требования |
|--|---|
| 1.О.26 Введение в направление подготовки | <p>Знает: основные понятия, аксиомы и законы механики для решения задач классической механики, современные САД-системы и их функциональные возможности для создания 2D и 3D-моделей машиностроительных изделий</p> <p>Умеет: применять методы статического и кинематического анализа для описания равновесия и движения механических систем, создавать геометрические модели машиностроительных изделий с применением современных САД-систем</p> <p>Имеет практический опыт: построения и аналитического решения математических моделей, описывающих равновесие и движение механических систем, создания 2D и 3D-моделей деталей и механизмов с применением современных САД-систем</p> |
| 1.О.19 Сопротивление материалов и механика конструкций | <p>Знает: перечень информации, регламентируемой в задачах сопротивления материалов нормативно-технической документацией, основные гипотезы, используемые в сопротивлении материалов, и ограничения на круг решаемых задач, обусловленные этими гипотезами, место дисциплины в общей системе прочностных дисциплин с учетом современных тенденций</p> <p>Умеет: искать необходимую нормативно-техническую документацию, представлять реальный объект в виде расчетной схемы, выбирать математический аппарат для описания напряженного состояния конкретной конструкции, формулировать задачи рационального проектирования конструкций с точки зрения прочности и весовой эффективности</p> <p>Имеет практический опыт: использования нормативной документации при расчетах на прочность простейших стержневых систем, выполнения расчетов напряженно-деформированного состояния стержневых конструкций при различных видах нагружения, привлечения результатов расчетов напряженного состояния для выбора рациональных вариантов стержневых конструкций</p> |
| 1.О.14 Физика | <p>Знает: основные физические величины и физические константы, их определение, смысл, способы и единицы их измерения; законы окружающего мира и их взаимосвязи; основы естественнонаучной картины мира; основные</p> |

| | |
|--|---|
| | <p>физические теории и пределы их применимости для описания явлений природы и решения современных и перспективных профессиональных задач, основные физические явления и основные законы физики; границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях; назначение и принципы действия важнейших физических приборов</p> <p>Умеет: применять положения фундаментальной физики к грамотному научному анализу ситуаций, с которыми придется сталкиваться при создании, развитии или использовании новой техники и новых технологий, записывать уравнения для физических величин в системе СИ; работать с приборами и оборудованием современной физической лаборатории; использовать различные методики измерений и обработки экспериментальных данных; использовать методы адекватного физического и математического моделирования, а также применять методы физикоматематического анализа к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем</p> <p>Имеет практический опыт: решения физических задач, теоретического и экспериментального исследования, применения методов обработки и интерпретации результатов измерений, навыков обработки экспериментальных данных</p> |
| <p>1.О.21 Механика жидкости и газа</p> | <p>Знает: физические свойства жидкостей и газов, физические законы равновесия и движения жидкостей и газов, характеристики потока в живом сечении, гидравлические сопротивления, модели жидкой среды и области их использования, физические законы равновесия и движения жидкостей и газов, характеристики потока в живом сечении, гидравлические сопротивления</p> <p>Умеет: решать прикладные задачи гидромеханики, включая расчеты трубопроводов и отдельных элементов гидросистем, силового воздействия жидкости и газа на ограничивающие поверхности, расчеты гидравлических потерь энергии, анализировать различные гидрогазодинамические явления и строить их математические модели; решать прикладные задачи гидромеханики</p> <p>Имеет практический опыт: типовых экспериментальных исследований гидравлических сопротивлений и устройств истечения жидкостей и газов, путями снижения сил сопротивления и гидравлических потерь энергии, решения типовых задач гидромеханики с привлечением физико-математического аппарата</p> |
| <p>1.О.18 Теоретическая механика</p> | <p>Знает: базовые понятия, модели и основные теоремы теоретической механики, методы</p> |

| | |
|-------------------------------------|--|
| | <p>расчета статических и динамических систем для применения их в профессиональной деятельности, фундаментальные понятия кинематики и кинетики; основные аксиомы, законы и принципы теоретической механики для применения их в профессиональной деятельности Умеет: строить механические и математические модели технических систем и исследовать их, квалифицированно применяя основные методы статического, кинематического и динамического анализа механических систем, применять теоремы кинематики, законы и принципы кинетики к исследованию равновесия и движения твердого тела и механической системы Имеет практический опыт: применения методов моделирования задач механики с целью выполнения силового расчета статических конструкций; нахождения кинематических характеристик движения точки и твердого тела; составления дифференциальных уравнений движения точки и механической системы под действием сил и решения созданных математических моделей, применения методов кинематического, статического и динамического анализов при решении типовых задач на определение скоростей и ускорений точек и твердых тел; реакций связей статических конструкций и динамических систем</p> |
| 1.О.10 Математический анализ | <p>Знает: основные математические положения, законы, основные формулы и методы решения задач разделов дисциплин математического анализа, фундаментальные основы разделов математического анализа, необходимые для освоения других дисциплин и самостоятельного приобретения знаний Умеет: самостоятельно работать с учебной, справочной и учебно-методической литературой; доказывать теоремы, вычислять определенные интегралы по фигуре; характеризовать векторные поля; находить циркуляцию и поток векторного поля; применять интегралы к решению простых прикладных задач; составлять модели реальных процессов и проводить их анализ, решать типовые примеры и использовать математические методы в решении профессиональных задач Имеет практический опыт: анализа и синтеза информации, а также употребления математических символов для выражения количественных и качественных отношений объектов; навыками символьных преобразований математических выражений, использования методов математического анализа и моделирования в решении профессиональных задач</p> |
| 1.О.25 Электротехника и электроника | <p>Знает: основные законы электрических и магнитных цепей устройство и принципы действия трансформаторов, электрических</p> |

| | |
|--|---|
| | машин и электронных устройств, их рабочие характеристики; основы безопасности при использовании электротехнических и электронных приборов и устройств Умеет: читать электрические схемы, грамотно применять в своей работе электротехнические и электронные приборы и устройства; определять простейшие неисправности при работе Имеет практический опыт: расчета и эксплуатации электрических цепей и электротехнических и электронных устройств |
|--|---|

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 56,5 ч. контактной работы

| Вид учебной работы | Всего часов | Распределение по семестрам в часах | |
|--|-------------|------------------------------------|--|
| | | Номер семестра | |
| | | 5 | |
| Общая трудоёмкость дисциплины | 108 | 108 | |
| <i>Аудиторные занятия:</i> | 48 | 48 | |
| Лекции (Л) | 32 | 32 | |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 16 | 16 | |
| Лабораторные работы (ЛР) | 0 | 0 | |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i> | 51,5 | 51,5 | |
| с применением дистанционных образовательных технологий | 0 | | |
| изучение конспекта лекций и рекомендованной литературы | 36,5 | 36.5 | |
| подготовка к экзамену. см. конспект лекций, основную и дополнительную литературу | 15 | 15 | |
| Консультации и промежуточная аттестация | 8,5 | 8,5 | |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен) | - | экзамен | |

5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | |
|-----------|----------------------------------|---|----|----|----|
| | | Всего | Л | ПЗ | ЛР |
| 1 | Термодинамика | 16 | 10 | 6 | 0 |
| 2 | Теплопроводность | 8 | 4 | 4 | 0 |
| 3 | Конвективный теплообмен | 16 | 12 | 4 | 0 |
| 4 | Теплообмен излучением | 8 | 6 | 2 | 0 |

5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия | Кол-во |
|----------|-----------|---|--------|
|----------|-----------|---|--------|

| | | | часов |
|----|---|---|-------|
| 1 | 1 | Основные понятия и определения термодинамики. Параметры состояния, координаты состояния, потенциал взаимодействия. Виды термодинамических систем. Уравнение состояния совершенного газа. Теплоёмкость, теплота, работа. Внутренняя энергия. | 2 |
| 2 | 1 | Первый закон термодинамики для закрытой и открытой систем. Энтальпия. Понятие о термодинамическом процессе. Второй закон термодинамики. Интеграл Клаузиуса. Энтропия. Изменение энтропии в обратимых и необратимых процессах. | 2 |
| 3 | 1 | Смеси совершенных газов. Процессы совершенных газов. | 2 |
| 4 | 1 | Циклы воздушно реактивных и ракетных двигателей | 2 |
| 5 | 1 | Основные положения термодинамики систем с переменным количеством рабочего тела | 2 |
| 6 | 2 | Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности. Стационарная теплопроводность пластины | 2 |
| 7 | 2 | Стационарная теплопроводность цилиндрических и шаровых стенок. Тепловая защита. | 2 |
| 8 | 3 | Конвекция. Виды конвекции. Пограничный слой. Уравнения пограничного слоя. | 2 |
| 9 | 3 | Критерии подобия конвективного теплообмена. Теорема подобия Кирпичёва-Гухмана | 2 |
| 10 | 3 | Теплообмен при высокоскоростном продольном обтекании поверхностей летательных аппаратов | 2 |
| 11 | 3 | Конвективный теплообмен в каналах охлаждения камер сгорания и сопел ЖРД | 2 |
| 12 | 3 | Конвективный теплообмен при свободной конвекции в полостях ракет | 2 |
| 13 | 3 | Конвективный теплообмен при кипении криогенных компонентов топлива | 2 |
| 14 | 4 | Виды лучистых тепловых потоков. Законы теплового излучения | 2 |
| 15 | 4 | Теплообмен излучением в системе плоско-параллельных тел. Теплообмен тела с оболочкой. | 2 |
| 16 | 4 | ТЗщита от теплового излучения. Основные понятия теплообмена излучением в поглощающей и рассеивающей среде. | 2 |

5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---|--------------|
| 1 | 1 | Параметры состояния, уравнение состояния совершенного газа. Процессы в газах. | 2 |
| 2 | 1 | Процессы в смесях газов с переменной теплоёмкостью | 2 |
| 3 | 1 | Циклы воздушно-реактивных и ракетных двигателей | 2 |
| 4 | 2 | Теплопроводность плоской стенки, цилиндра | 2 |
| 5 | 2 | Теплопроводность цилиндрической и шаровой стенок | 2 |
| 6 | 3 | Теплообмен при продольном высокоскоростном обтекании поверхностей ЛА | 2 |
| 7 | 3 | Теплообмен при течении в каналах охлаждения ЖРД | 2 |
| 8 | 4 | Лучистый теплообмен | 2 |

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС | | | |
|--|---|---------|--------------|
| Подвид СРС | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс | Семестр | Кол-во часов |
| изучение конспекта лекций и рекомендованной литературы | Смеси совершенных газов. Вычисление газовой постоянной, теплоёмкости, энтальпии. Закон Дальтона [1-3] Смеси совершенных газов Процессы в газах [1-3] Газовые процессы совершенных газов Циклы воздушно-реактивных и ракетных двигателей [1-3] Газовые циклы Стационарная теплопроводность пластины, цилиндра, шара [4-6] Теплопроводность при стационарном режиме Определение коэффициентов теплоотдачи при течении в каналах охлаждения ЖРД [4-6] Конвективный теплообмен в однофазной среде Определение коэффициента теплоотдачи при продольном высокоскоростном обтекании поверхностей ЛА [4-6] Конвективный теплообмен в однофазной среде Определение коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции [4-6] Конвективный теплообмен при свободной конвекции Определение коэффициента теплоотдачи при кипении [4-6] Теплообмен при кипении Виды лучистых потоков [4-6] Теплообмен излучением Расчёт лучистого теплообмена в системе плоско-параллельных тел [4-6] Теплообмен излучением Расчёт лучистого теплообмена тела с оболочкой [4-6] Теплообмен излучением Подготовка к экзамену конспект лекций, литература [1-6] | 5 | 36,5 |
| подготовка к экзамену. см. конспект лекций, основную и дополнительную литературу | Смеси совершенных газов. Вычисление газовой постоянной, теплоёмкости, энтальпии. Закон Дальтона [1-3] Смеси совершенных газов Процессы в газах [1-3] Газовые процессы совершенных газов Циклы воздушно-реактивных и ракетных двигателей [1-3] | 5 | 15 |

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

| № КМ | Се-местр | Вид контроля | Название контрольного мероприятия | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов | Учитывается в ПА |
|------|----------|--------------------------|-----------------------------------|-----|------------|---|------------------|
| 1 | 5 | Текущий контроль | решение задач по термодинамике | 1 | 13 | Студент решает задачи согласно списка и номера варианта. За решение каждой задачи: ход решения верный, получен верный ответ - 1 балл, нет решения, не приведены какие-либо формулы, необходимые для решения задачи, получен неверный ответ - 0 баллов. | экзамен |
| 2 | 5 | Текущий контроль | решение задач по теплопроводности | 1 | 7 | Студент решает задачи согласно списка и номера варианта. Всего 7 задач. За решение каждой задачи: ход решения верный, получен верный ответ - 1 балл, нет решения, не приведены какие-либо формулы, необходимые для решения задачи, получен неверный ответ - 0 баллов. | экзамен |
| 3 | 5 | Текущий контроль | решение задач по теплопередаче | 1 | 10 | Студент решает задачи согласно списка и номера варианта. Всего 10 задач. За решение каждой задачи: ход решения верный, получен верный ответ - 1 балл, нет решения, не приведены какие-либо формулы, необходимые для решения задачи, получен неверный ответ - 0 баллов. | экзамен |
| 4 | 5 | Промежуточная аттестация | термодинамика | - | 8 | Студент письменно отвечает на 4 вопроса из приведенного списка. За каждый ответ: 2 балла - ответ построен логически верно; обнаружено максимально глубокое знание профессиональных терминов, понятий, категорий, концепций и теорий; установлены содержательные межпредметные связи; выдвигаемые положения обоснованы, приведены убедительные примеры; обнаружен аналитический подход в освещении различных концепций; сделаны содержательные выводы; продемонстрировано знание обязательной и дополнительной литературы; 1 балл - ответ недостаточно логически выстроен; в плане ответа соблюдается непоследовательно; недостаточно раскрыты профессиональные понятия, категории, концепции, теории; | экзамен |

| | | | | | | | |
|---|---|--------------------------|------------------|---|---|--|---------|
| | | | | | | <p>выдвигаемые положения декларируются, но недостаточно аргументируются;</p> <p>продемонстрировано знание обязательной литературы; 0 баллов - нет ответа или не раскрыты профессиональные понятия, категории, концепции, теории; научное обоснование проблем подменено рассуждениями обыденно-повседневного характера; ответ содержит ряд серьезных неточностей; выводы поверхностны или неверны; не продемонстрировано знание обязательной литературы.</p> | |
| 5 | 5 | Промежуточная аттестация | теплопроводность | - | 4 | <p>Студент письменно отвечает на 2 вопроса из приведенного списка. За каждый ответ: 2 балла - ответ построен логически верно; обнаружено максимально глубокое знание профессиональных терминов, понятий, категорий, концепций и теорий; установлены содержательные межпредметные связи; выдвигаемые положения обоснованы, приведены убедительные примеры; обнаружен аналитический подход в освещении различных концепций; сделаны содержательные выводы; продемонстрировано знание обязательной и дополнительной литературы; 1 балл - ответ недостаточно логически выстроен; в плане ответа соблюдается непоследовательно; недостаточно раскрыты профессиональные понятия, категории, концепции, теории; выдвигаемые положения декларируются, но недостаточно аргументируются; продемонстрировано знание обязательной литературы; 0 баллов - нет ответа или не раскрыты профессиональные понятия, категории, концепции, теории; научное обоснование проблем подменено рассуждениями обыденно-повседневного характера; ответ содержит ряд серьезных неточностей; выводы поверхностны или неверны; не продемонстрировано знание обязательной литературы.</p> | экзамен |
| 6 | 5 | Промежуточная аттестация | теплопередача | - | 2 | <p>Студент письменно отвечает на 2 вопроса из приведенного списка. За каждый ответ: 2 балла - ответ построен логически верно; обнаружено</p> | экзамен |

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | <p>максимально глубокое знание профессиональных терминов, понятий, категорий, концепций и теорий; установлены содержательные межпредметные связи; выдвигаемые положения обоснованы, приведены убедительные примеры; обнаружен аналитический подход в освещении различных концепций; сделаны содержательные выводы; продемонстрировано знание обязательной и дополнительной литературы; 1 балл - ответ недостаточно логически выстроен; в плане ответа соблюдается непоследовательно; недостаточно раскрыты профессиональные понятия, категории, концепции, теории; выдвигаемые положения декларируются, но недостаточно аргументируются; продемонстрировано знание обязательной литературы; 0 баллов - нет ответа или не раскрыты профессиональные понятия, категории, концепции, теории; научное обоснование проблем подменено рассуждениями обыденно-повседневного характера; ответ содержит ряд серьезных неточностей; выводы поверхностны или неверны; не продемонстрировано знание обязательной литературы.</p> | |
|--|--|--|--|--|--|--|

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения | Критерии оценивания |
|------------------------------|--|---|
| экзамен | К экзамену допускается студент, прошедший текущий контроль. Экзамен проводится в письменной форме. Время подготовки 1 час | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения | № КМ | | | | | |
|-------------|--|------|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| ОПК-1 | Знает: основные законы получения, передачи и преобразования тепловой энергии, методы эффективного использования теплоты, принципы действия и области применения теплоэнергетического оборудования | + | + | + | + | + | + |
| ОПК-1 | Умеет: производить тепловые расчеты и измерения основных теплотехнических показателей, проводить технико-экономическую оценку эффективности методов генерации, передачи и использования тепловой энергии | + | + | + | + | + | + |
| ОПК-1 | Имеет практический опыт: применения основных законов термодинамики и теплообмена, сравнительного анализа различных способов проведения | + | + | + | + | + | + |

| | | | | | | | | | |
|--------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | процессов теплообмена | | | | | | | | |
| ОПК-11 | Знает: законы термодинамики и теплопередачи в процессах в конструкциях | + | + | + | + | + | + | + | + |
| ОПК-11 | Умеет: применять законы термодинамики и теплопередачи в решении типовых задач | + | + | + | + | + | + | + | + |
| ОПК-11 | Имеет практический опыт: применения основных законов термодинамики и теплообмена, сравнительного анализа различных способов проведения процессов теплообмена | + | + | + | + | + | + | + | + |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Кириллин, В. А. Техническая термодинамика Текст учебник для вузов по направлению 140100 "Теплоэнергетика" В. А. Кириллин, В. В. Сычев, А. Е. Шейндлин. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательский дом МЭИ, 2008. - 494 с. ил.
2. Крутов, В. И. Техническая термодинамика Учеб. для машиностроит. спец. вузов Под ред. В. И. Крутова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1991. - 382,[2] с. ил.
3. Исаев, С. И. Термодинамика Учеб. для машиностроит. специальностей техн. ун-тов и вузов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000. - 412,[1] с. ил.
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, 2017. - 441, [1] с. ил.
5. Цветков, Ф. Ф. Тепломассообмен Текст учебник для вузов по направлению "Теплоэнергетика" Ф. Ф. Цветков, Б. А. Григорьев. - М.: Издательский дом МЭИ, 2011. - 559 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Болгарский, А. В. Термодинамика и теплопередача Учебник для студентов авиац. спец. вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1975. - 495 с. ил.
2. Исаченко, В. П. Теплопередача Учебник для теплоэнерг. спец. вузов. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоиздат, 1981. - 417 с. ил.
3. Юдаев, Б. Н. Техническая термодинамика. Теплопередача Учеб. для неэнерг. спец. вузов. - М.: Высшая школа, 1988. - 478 с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Теплоэнергетика

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Кириллов, В.В. Теоретические основы теплотехники. Тепломассообмен / В.В. Кириллов.—Челябинск, Издательство ЮУрГУ, 2008.—69 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Кириллов, В.В. Теоретические основы теплотехники. Тепломассообмен / В.В. Кириллов.—Челябинск, Издательство ЮУрГУ, 2008.— 69 с.

Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы | Наименование ресурса в электронной форме | Библиографическое описание |
|---|---------------------|---|--|
| 1 | Основная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Дульнев, Г.Н. Основы теории тепломассообмена [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Г.Н. Дульнев, С.В. Тихонов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2010. — 93 с. — https://e.lanbook.com/book/40715 |
| 2 | Основная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Кириллин В.А., Техническая термодинамика [Электронный ресурс] : учебник / Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейндлин А.Е.. — Электрон. дан. — Москва : Издательский дом МЭИ, 2016. — 496 с. https://e.lanbook.com/book/72305 . |

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий | № ауд. | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|---------------------------------|---------|--|
| Практические занятия и семинары | 306 (2) | компьютерная техника |
| Лекции | 306 (2) | компьютерная техника |