

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»**

УТВЕРЖДАЮ

И. о. проректора по учебной работе

_____ Василенко В.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)

"_30_" _____ 05 _____ 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физические основы теплотехники

Направление подготовки
15.03.03 Прикладная механика

Направленность (профиль) подготовки
Компьютерные и цифровые технологии в машиностроении

Квалификация выпускника
Бакалавр

Воронеж

1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины «Физические основы теплотехники» является формирование компетенций обучающегося в области профессиональной деятельности и сфере профессиональной деятельности:

- 28 Производство машин и оборудования (в сфере повышения надежности и долговечности работы деталей, узлов и механизмов);

- 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (В сферах: обеспечения необходимой динамики, прочности, устойчивости, рациональной оптимизации, долговечности, ресурса, живучести, надежности и безопасности машин, конструкций, композитных структур, сооружений, установок, агрегатов, оборудования, приборов и аппаратуры и их элементов; расчетно-экспериментальных работ с элементами научных исследований в области прикладной механики; разработки и проектирования новой техники и технологий).

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, на основе примерной основной образовательной программы высшего образования по направлению подготовки 15.03.03 Прикладная механика, (уровень образования -бакалавриат).

2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной образовательной программы

В результате освоения дисциплины в соответствии с предусмотренными компетенциями обучающийся должен:

| № п/п | Код компетенции | Наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|-------|-----------------|--|---|
| 1 | ОПК-1 | Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности | ИД1 _{опк-1} – Применяет естественнонаучные знания и методы математического анализа в профессиональной деятельности |
| | | | ИД2 _{опк-1} – Применяет общеинженерные знания и методы математического моделирования в профессиональной деятельности |
| 2 | ОПК-7 | Способен применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении | ИД1 _{опк-7} – Применяет современные безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении |
| | | | ИД2 _{опк-7} – Применяет современные экологичные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении |

| Код и наименование индикатора достижения компетенции | Результаты обучения (показатели оценивания) |
|---|--|
| ИД1 _{опк-1} – Применяет естественнонаучные знания и методы математического анализа в профессиональной деятельности | Знает естественнонаучные знания и методы математического анализа в профессиональной деятельности |
| | Умеет эффективно использовать естественнонаучные знания и методы математического анализа в профессиональной деятельности |
| | Имеет навыки демонстрации естественнонаучных знаний и методов математического анализа в профессиональной деятельности |

| | |
|---|--|
| ИД2 _{опк-1} – Применяет общеинженерные знания и методы математического моделирования в профессиональной деятельности | Знает общеинженерные знания и методы математического моделирования в профессиональной деятельности |
| | Умеет применять общеинженерные знания и методы математического моделирования в профессиональной деятельности |
| | Имеет навыки применения общеинженерных знаний и методы математического моделирования в профессиональной деятельности |
| ИД1 _{опк-7} – Применяет современные безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении | Знает современные безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении |
| | Умеет эффективно использовать современные безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении |
| | Имеет навыки демонстрации современных безопасных методов рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении |
| ИД2 _{опк-7} – Применяет современные экологичные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении | Знает современные экологичные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении |
| | Умеет эффективно использовать современные экологичные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении |
| | Имеет навыки демонстрации современных экологичных методов рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении |

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы ВО

Дисциплина «Физические основы теплотехники» относится к модулю Блока 1 «Общепрофессиональный» основной образовательной программы по направлению подготовки 15.03.03 «Техническая механика», уровень образования -бакалавриат). Дисциплина является обязательной к изучению.

Дисциплина «Физические основы теплотехники» базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении дисциплин: «Математика», «Физика», «Химия».

Дисциплина «Физические основы теплотехники» – является предшествующей для освоения дисциплин: «Технология и оборудование машиностроения», «Основы робототехники и мехатронных систем».

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетных единиц.

| Виды учебной работы | Всего академических часов, ак. ч | Семестр |
|--|----------------------------------|------------|
| | | 4 |
| Общая трудоемкость дисциплины | 108 | 108 |
| Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия: | 55 | 55 |
| Лекции | 18 | 18 |
| <i>В том числе в виде практической подготовки</i> | - | - |
| Практические занятия (ПЗ) | 36 | 36 |
| <i>В том числе в виде практической подготовки</i> | - | - |
| Консультации текущие | 0,9 | 1 |
| Вид аттестации (зачет) | 0,1 | 0,1 |
| Самостоятельная работа: | 53 | 53 |
| Изучение материалов по учебникам (собеседование, те- | 17 | 17 |

| | | |
|--|----|----|
| стирование, решение кейс-заданий) | | |
| Изучение материалов, изложенных в лекциях(собеседование, тестирование, решение кейс-заданий) | 18 | 18 |
| Подготовка к защите по практическим занятиям (собеседование) | 18 | 18 |

5 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1 Содержание разделов дисциплины

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела | Трудоемкость раздела, ак. часы |
|-------|---------------------------------|---|--------------------------------|
| 1 | Техническая термодинамика | 1.1 Основные понятия и определения. Современные тенденции развития техники и технологий. Первый закон термодинамики. 1.2 Общие методы исследования процессов изменения состояния рабочих телс применением физико-математического аппарата. Термодинамические процессы рабочих тел. 1.3 Сущность второго закона термодинамики, его основные формулировки 1.4 Термодинамические циклы двигателей внутреннего сгорания, газотурбинных и паросиловых установок | 54 |
| 2 | Основы теплопередачи. | 2.1 Основные понятия и определения теории теплообмена. Физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе 2.2 Теплопроводность. 2.3 Конвективный теплообмен. 2.4 Лучистый теплообмен 2.5 Сложный теплообмен (Теплопередача) | 54 |

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Лекции, ак. час | ПР, ак. час | СРО, ак. час |
|-------|---------------------------------|-----------------|-------------|--------------|
| 1. | Техническая термодинамика | 9 | 18 | 27 |
| 2. | Основы теплопередачи. | 9 | 18 | 26 |

5.2.1 Лекции

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Тематика лекционных занятий | Трудоемкость, ак. час |
|-------|---------------------------------|---|-----------------------|
| 1 | Техническая термодинамика | 1.2 Основные понятия и определения. Современные тенденции развития техники и технологий. Первый закон термодинамики. | 2 |
| | | 1.2 Общие методы исследования процессов изменения состояния рабочих телс применением физико-математического аппарата. Термодинамические процессы рабочих тел. | 3 |

| | | | |
|---|----------------------|---|---|
| | | | |
| | | 1.3 Сущность второго закона термодинамики, его основные формулировки. T-s диаграмма. Прямой и обратный циклы Карно, их назначение. Термический КПД и холодильный коэффициент. | 2 |
| | | 1.4 Термодинамические циклы двигателей внутреннего сгорания, газотурбинных и паросиловых установок | 2 |
| 2 | Основы теплопередачи | 2.1 Основные понятия и определения теории теплообмена. Физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе | 1 |
| | | 2.2 Теплопроводность. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Теплопроводность при стационарном режиме. Теплопроводность плоских и цилиндрических стенок. | 2 |
| | | 2.3 Конвективный теплообмен. Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Основы теории подобия. Физический смысл основных критериев подобия. Теплоотдача при свободном и вынужденном движении жидкости. Теплоотдача в неограниченном объеме. Теплообмен при изменении агрегатного состояния: кипении и конденсации. Факторы, влияющие на теплообмен при конденсации | 2 |
| | | 2.4 Лучистый теплообмен. Основные законы лучистого теплообмена. Защита от теплового излучения. | 2 |
| | | 2.5 Сложный теплообмен (Теплопередача) Теплопередача через плоскую, цилиндрическую, сферическую стенки. Коэффициент теплопередачи. Пути интенсификации теплопередачи. | 2 |

5.2.2 Лабораторный практикум не предусмотрен

5.2.3 Практические занятия

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Наименование практических работ | Трудоемкость, ак. час |
|-------|---------------------------------|--|-----------------------|
| 1. | Техническая термодинамика | Определение изобарной теплоемкости воздуха и удельной теплоты парообразования воды | 4 |
| | | Исследование равновесных процессов в идеальных газах | 6 |
| | | Определение термодинамических параметров водяного пара. Термодинамические таблицы водяного пара. | 4 |
| | | Сравнительный анализ циклов двигателей внутреннего сгорания, паро- и газотурбинных установок | 4 |
| 2 | Основы теплопередачи | Конвективный теплообмен при свободном и вынужденном движении воздуха | 4 |
| | | Определение степени черноты тела | 4 |
| | | Определение коэффициента тепло- | 6 |

| | | | |
|--|--|---|---|
| | | отдачи и удельного теплового потока при теплообмене между горячими газами и холодным теплоносителем через разделяющую их стенку | |
| | | Определение поверхности нагрева рекуперативного теплообменного аппарата | 4 |

5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Вид СРО | Трудоемкость, ак. час |
|-------|---------------------------------|---|-----------------------|
| 1. | Техническая термодинамика | Изучение материалов по учебникам (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий) | 9 |
| | | Изучение материалов, изложенных в лекциях (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий) | 9 |
| | | Подготовка к защите по практическим занятиям (собеседование) | 9 |
| 2. | Основы теплопередачи | Изучение материалов по учебникам (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий) | 9 |
| | | Изучение материалов, изложенных в лекциях (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий) | 9 |
| | | Подготовка к защите по практическим занятиям (собеседование) | 8 |

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература

Круглов, Г. А. Теплотехника / Г. А. Круглов, Р. И. Булгакова, Е. С. Круглова. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 208 с. — ISBN 978-5-507-45269-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/263066>

Шапошников, В. В. Теплотехника : учебное пособие / В. В. Шапошников, Ю. В. Королева, Б. П. Колесников. — Краснодар : КубГТУ, 2022. — 291 с. — ISBN 978-5-8333-1146-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/318959>

6.2 Дополнительная литература

Теплотехника : методические указания / составители Г. И. Болдашев [и др.]. — Самара : СамГАУ, 2021. — 60 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/222116>

Михайличенко, С. М. Теплотехника. Примеры решения задач : учебное пособие / С. М. Михайличенко, А. И. Купреенко, Х. М. Исаев. — Брянск : Брянский ГАУ, 2022. — 132 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/304901>

6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

1. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплин (модулей) в ФГБОУ ВО ВГУИТ [Электронный ресурс]: методические указания для обучающихся на всех уровнях высшего образования/ М. М. Данылиев, Р. Н. Плотникова; ВГУИТ, Учебно-методическое управление. - Воронеж: ВГУИТ, 2016. – Режим доступа: <http://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web/SearchResult/MarcFormat/100813> . - Загл. с экрана

6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

| Наименование ресурса сети «Интернет» | Электронный адрес ресурса |
|--|---|
| Научная электронная библиотека | https://www.elibrary.ru/defaultx.asp |
| Образовательная платформа «Юрайт» | https://urait.ru/ |
| ЭБС «Лань» | https://e.lanbook.com/ |
| АИБС «МегаПро» | https://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web |
| Сайт Министерства науки и высшего образования РФ | http://minobrnauki.gov.ru |
| Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ» | http://education.vsu.ru |

6.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

При изучении дисциплины используется программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы: ЭИОС университета, в том числе на базе программной платформы «Среда электронного обучения ЗКЛ».

При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение

| Программы | Лицензии, реквизиты подтверждающего документа |
|---|--|
| Adobe Reader XI | (бесплатное ПО) https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html |
| Альт Образование | Лицензия № ААА.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно» |
| Microsoft Windows 8 | Microsoft Open License |
| Microsoft Windows 8.1 | Microsoft Windows Professional 8 Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level#61280574 от 06.12.2012 г. https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license |
| Microsoft Office Professional Plus 2010 | Microsoft Open License Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #48516271 от 17.05.2011 г. https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license Microsoft Open License Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #61181017 от 20.11.2012 г. https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license |

| | |
|--------------------------------|--|
| Microsoft Office 2007 Standart | Microsoft Open License Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license |
| Libre Office 6.1 | Лицензия № AAA.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно» (Включен в установочный пакет операционной системы Альт Образование 8.2) |

Справочно-правовые системы

| Программы | Лицензии, реквизиты подтверждающего документа |
|--|--|
| Справочные правовая система «Консультант Плюс» | Договор о сотрудничестве с «Информсвязь-черноземье», Региональный информационный центр общероссийской сети распространения правовой информации Консультант Плюс № 8-99/RD от 12.02.1999 г. |

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лаборатории теплотехнических измерений (№311, 329, 333) оснащены универсальными стендами для изучения термодинамических процессов, стендами для изучения процессов теплопередачи, комплектом электроизмерительного оборудования для выполнения лабораторных и практических работ.

Учебные аудитории для проведения учебных занятий:

| | |
|--|---|
| Учебная аудитория № 311 для проведения учебных занятий | Комплекты мебели для учебного процесса. Лабораторное оборудование. Лабораторный стенд «Мирем» 380/220 10 шт: 1 Определение газовой постоянной воздуха, 2 Определение изобарной теплоемкости воздуха; 3 Определение удельной теплоты парообразования воды; 4 Исследование процесса заполнения сосуда воздухом при его адиабатном истечении через диафрагму; 5 Исследование процессов изменения состояния влажного воздуха; 6 Тепловой эквивалент электрической энергии; 7 Исследование теплопроводности твердого тела методом цилиндрического слоя, 8 Определены степени черноты твердого тела; 9 Исследование теплоотдачи цилиндра в свободном потоке воздуха; 10 Исследование теплоотдачи цилиндра при вынужденном движении воздуха) Ноутбук переносной. |
|--|---|

Дополнительно для самостоятельной работы обучающихся используются читальные залы ресурсного центра ВГУИТ оснащенные компьютерами со свободным доступом в сеть Интернет и библиотечным и информационно- справочным системам

88 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Оценочные материалы (ОМ) для дисциплины (модуля) включают в себя:

- перечень компетенций с указанием индикаторов достижения компетенций, этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.

ОМ представляются отдельным комплектом и **входят в состав рабочей программы дисциплины (модуля).**

Оценочные материалы формируются в соответствии с П ВГУИТ «Положение об оценочных материалах».

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

по дисциплине

Физические основы теплотехники

1. Перечень компетенция с указанием этапов формирования компетенций

| № п/п | Код компетенции | Наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|-------|-----------------|--|---|
| 1 | ОПК-1 | Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности | ИД1 _{опк-1} – Применяет естественнонаучные знания и методы математического анализа в профессиональной деятельности |
| | | | ИД2 _{опк-1} – Применяет общеинженерные знания и методы математического моделирования в профессиональной деятельности |
| 2 | ОПК-7 | Способен применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении | ИД1 _{опк-7} – Применяет современные безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении |
| | | | ИД2 _{опк-7} – Применяет современные экологичные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении |

| Код и наименование индикатора достижения компетенции | Результаты обучения (показатели оценивания) |
|--|---|
| ИД1 _{опк-1} – Применяет естественнонаучные знания и методы математического анализа в профессиональной деятельности | Знает естественнонаучные знания и методы математического анализа в профессиональной деятельности |
| | Умеет эффективно использовать естественнонаучные знания и методы математического анализа в профессиональной деятельности |
| | Имеет навыки демонстрации естественнонаучных знаний и методов математического анализа в профессиональной деятельности |
| ИД2 _{опк-1} – Применяет общеинженерные знания и методы математического моделирования в профессиональной деятельности | Знает общеинженерные знания и методы математического моделирования в профессиональной деятельности |
| | Умеет применять общеинженерные знания и методы математического моделирования в профессиональной деятельности |
| | Имеет навыки применения общеинженерных знаний и методы математического моделирования в профессиональной деятельности |
| ИД1 _{опк-7} – Применяет современные безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении | Знает современные безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении |
| | Умеет эффективно использовать современные безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении |

| | |
|---|--|
| | Имеет навыки демонстрации современных безопасных методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении |
| ИД2 _{опк-7} – Применяет современные экологичные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении | Знает современные экологичные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении |
| | Умеет эффективно использовать современные экологичные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении |
| | Имеет навыки демонстрации современных экологичных методов рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении |

2. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности;

ОПК – 7 Способен применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении;

| № п/п | Контролируемые модули/разделы/ темы дисциплины | Индекс контролируемой компетенции (или ее части) | Оценочные средства | | Технология оценки (способ контроля) |
|-------|--|--|---|------------|-------------------------------------|
| | | | наименование | №№ заданий | |
| 1. | Техническая термодинамика | ОПК-1 ОПК-7 | Тест | 51-75 | Компьютерное тестирование |
| | | | Собеседование (зачет) | 1-15 | Контроль преподавателем |
| | | | Практические занятия <i>(собеседование, вопросы к защите практических занятий)</i> | 31-45 | Защита практического занятия |
| 2. | Основы теплопереда- | | Тест | 76-100 | Компьютерное тестирова- |

| | | | | | |
|--|-----|-------|--|-------|------------------------------|
| | | | | | ние |
| | чи. | ОПК-1 | Собеседование (зачет) | 16-30 | Контроль преподавателем |
| | | ОПК-7 | Практические занятия (собеседование, вопросы к защите практических занятий) | 46-50 | Защита практического занятия |

3. Оценочные средства для промежуточной аттестации (зачет)

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

3.1 Собеседование (зачет)

ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности;

ОПК – 7 Способен применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении;

| Номер вопроса | Формулировка задания |
|---------------|---|
| 1. | Термодинамическая система. Рабочее тело. |
| 2. | Основные термодинамические параметры состояния. |
| 3. | Термодинамический процесс. Уравнение состояния. |
| 4. | Идеальный газ. Уравнение состояния идеального газа. |
| 5. | Реальный газ. Уравнение состояния реального газа. |
| 6. | Внутренняя энергия. |
| 7. | Работа расширения и сжатия. Графическое изображение работы. |
| 8. | Первый закон термодинамики. |
| 9. | Теплоемкость газов. Зависимости между теплоемкостями. |
| 10. | Энтальпия, энтропия. Графическое изображение теплоты. |
| 11. | Второй закон термодинамики. Термический КПД. |
| 12. | Цикл Карно. Обратный цикл Карно. |
| 13. | Термодинамические процессы идеального газа. |
| 14. | Водяной пар. T-s и p-v диаграммы водяного пара. i-s диаграмма водяного пара. Тер- |

| | |
|-----|---|
| | динамические процессы для водяного пара. |
| 15. | Влажный воздух. Влажность воздуха. Влагосодержание. |
| 16. | Способы передачи теплоты. |
| 17. | Основной закон теплопроводности. |
| 18. | Коэффициент теплопроводности. |
| 19. | Перенос теплоты через однородную плоскую стенку. |
| 20. | Перенос теплоты через многослойную плоскую стенку. |
| 21. | Перенос теплоты через однородную цилиндрическую стенку. |
| 22. | Основной закон конвективного теплообмена. |
| 23. | Безразмерные критерии теплоотдачи. |
| 24. | Теплоотдача при кипении. |
| 25. | Теплоотдача при конденсации. |
| 26. | Лучистый теплообмен. Основные понятия и определения. |
| 27. | Основные законы лучистого теплообмена. |
| 28. | Защита от теплового излучения. |
| 29. | Сложный теплообмен. |
| 30. | Теплопередача между двумя жидкостями через стенку. |

3.2 Защита практических занятий

ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности;

ОПК – 7 Способен применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении;

| Номер вопроса | Текст вопросов практических занятий |
|---------------|--|
| 31 | Универсальная газовая постоянная. Ее физический смысл и численное значение. |
| 32 | Уравнение состояния для газовой смеси, определение газовой постоянной смеси. |
| 33 | Уравнение состояния реального газа, его анализ. |
| 34 | Работа и теплота процесса. |

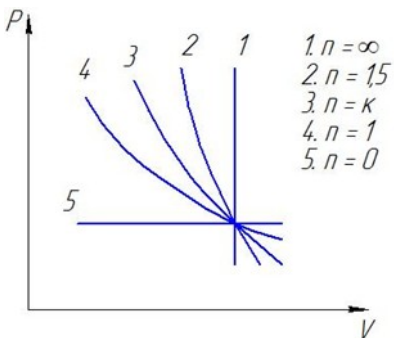
| | |
|----|---|
| 35 | Внутренняя энергия рабочего тела. |
| 36 | Аналитическое выражение I-го закона термодинамики |
| 37 | Термодинамический процесс (равновесный, неравновесный, обратимый, необратимый). |
| 38 | Основные газовые процессы, графическое изображение процессов в P-V и T-S-координатах. |
| 39 | Написать уравнение количества теплоты через среднюю теплоемкость. |
| 40 | Чем отличаются теплоемкости идеальных и реальных газов ? |
| 41 | Установившийся и неустановившийся тепловой режимы. |
| 42 | Температурное поле, стационарное и нестационарное, стационарное поле трехмерное, двухмерное и одномерное. |
| 43 | Физическая сущность процесса теплопроводности. |
| 44 | Какие материалы относятся к теплоизоляционным? |
| 45 | Коэффициент теплопроводности, факторы, влияющие на величину коэффициента теплопроводности. |
| 46 | Физическая сущность лучистого теплообмена. |
| 47 | Свободное и вынужденное движение жидкости. |
| 48 | Сущность теории подобия, критерия теплового подобия, их физический смысл. |
| 49 | Понятия: определяющая температура, определяющий размер. |
| 50 | Критериальные уравнения в неявном виде для различных случаев конвективной передачи, их анализ. |

3.3 Тесты (тестовые задания к зачету)

ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности;

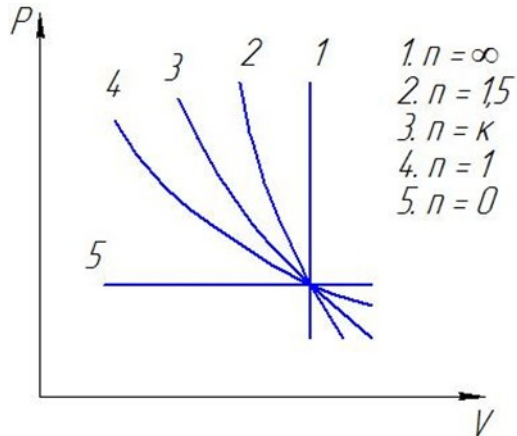
ОПК – 7 Способен применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении;

| Номер вопроса | Формулировка вопроса |
|---------------|----------------------|
|---------------|----------------------|

| | |
|----|--|
| 51 | <p>Основные термодинамические параметры состояния:</p> <ul style="list-style-type: none"> • - p, v, T • - u, q, l • - i, s, u |
| 52 | <p>Состояние идеального газа описывается уравнением</p> <ul style="list-style-type: none"> • $pV=RT$ • $pV=const$ • $pV=RT$ |
| 53 | <p>Уравнение Майера для идеального газа имеет вид:</p> <ul style="list-style-type: none"> • $l = U + pV$ • $Q = U + L$ • $C_p = C_v + R$ |
| 54 | <p>Показатель адиабаты k зависит от:</p> <ul style="list-style-type: none"> • - рода газа • - температуры газа • - процесса |
| 55 | <p>Уравнение первого закона термодинамики:</p> <ul style="list-style-type: none"> • $q = u + l$ • $q = c (T_2 - T_1)$ • $q = T ds$ |
| 56 | <p>Энтальпия это:</p> <ul style="list-style-type: none"> • $H = U + pV$ • $H = H_2 - H_1$ • $Q = U + L$ |
| 57 | <p>Процесс 2, изображенный на рисунке, является:</p>  <ul style="list-style-type: none"> • изотермическим • адиабатным • политропным • изохорным |

58

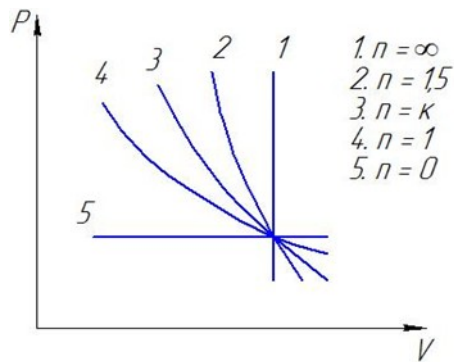
Процесс 1, изображенный на рисунке, является:



- изотермическим
- адиабатным
- политропным
- **изохорным**

59

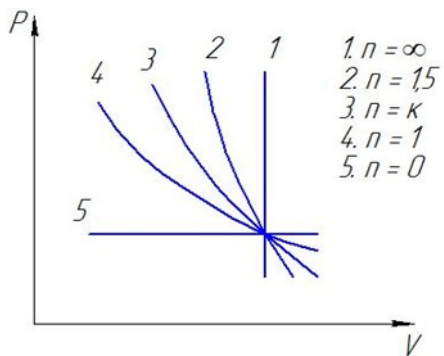
Процесс 3, изображенный на рисунке, является:



- изотермическим
- **адиабатным**
- политропным
- изохорным

60

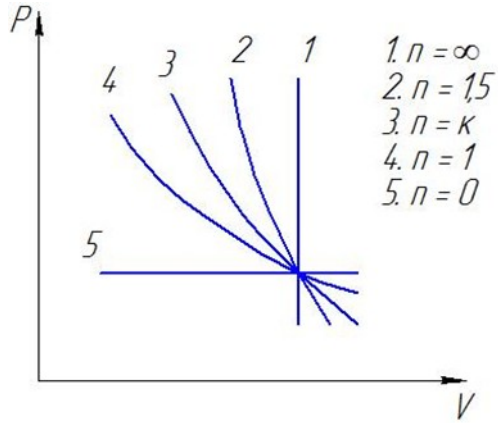
Процесс 4, изображенный на рисунке, является:



- **изотермическим**
- адиабатным
- политропным
- изохорным

61

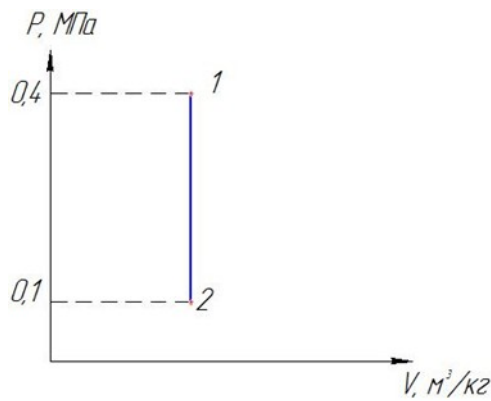
Процесс 5, изображенный на рисунке, является:



- изотермическим
- адиабатным
- **изобарным**
- изохорным

62

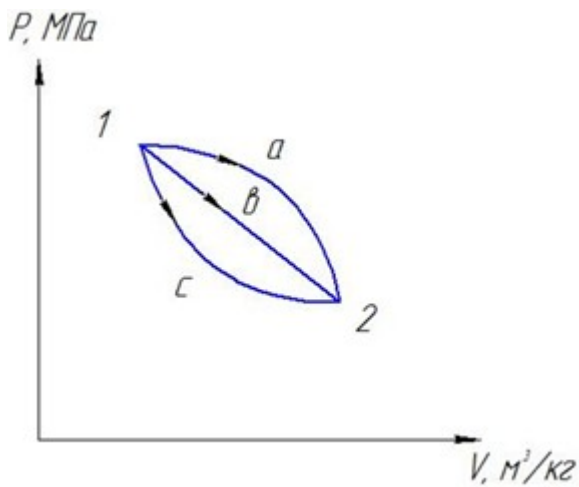
Работа расширения в процессе 1-2 (изображенный на рисунке) равна:



- 0,4 КДж
- **0 КДж**
- 0,3 МДж
- 0,3 КДж

63

Наибольшая работа совершается в процессе:

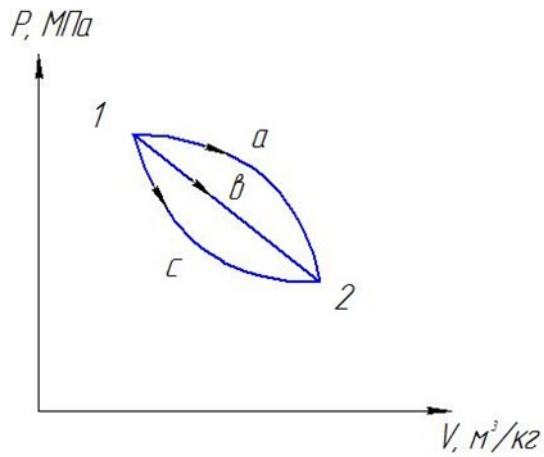


- -1с2
- **-1а2**

- -1a2 и 1в2
- -1в2

64

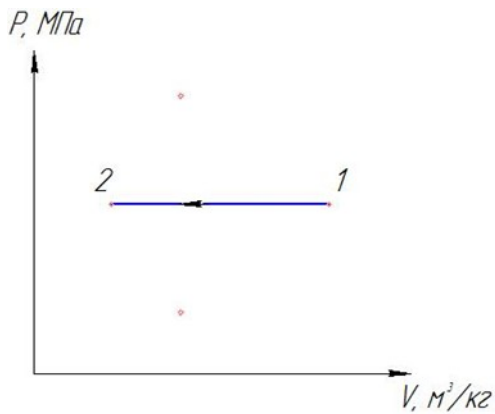
Наименьшая работа совершается в процессе:



- -1c2
- -1a2
- -1a2 и 1в2
- -1в2

65

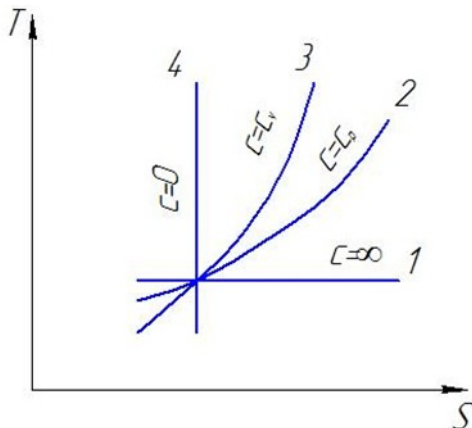
Если в точке 1 $R = 300$ Дж/(кг К), $T_1 = 1000$ К, $v_1 = 3$ м³/кг, то давление в процессе 1-2 равно:



- 1 Мпа
- **0,1 Мпа**
- 1000 Кпа
- 10000 Па

66

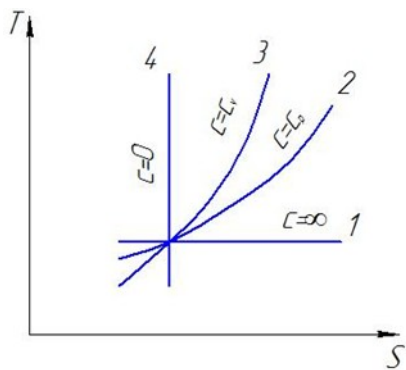
Изобарным является процесс:



- 1
- 2
- 3
- 4

67

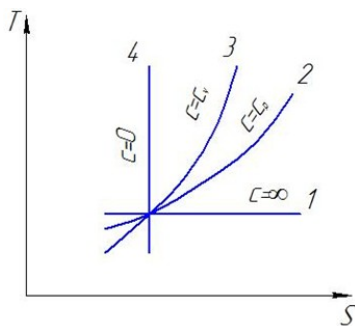
Изохорным является процесс:



- 1
- 2
- 3
- 4

68

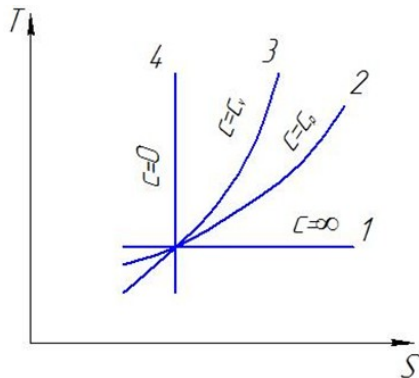
Изотермическим является процесс:



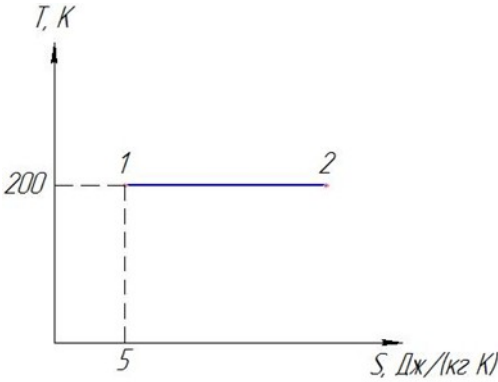
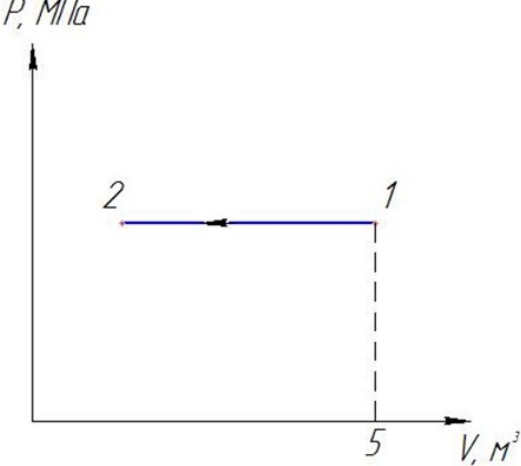
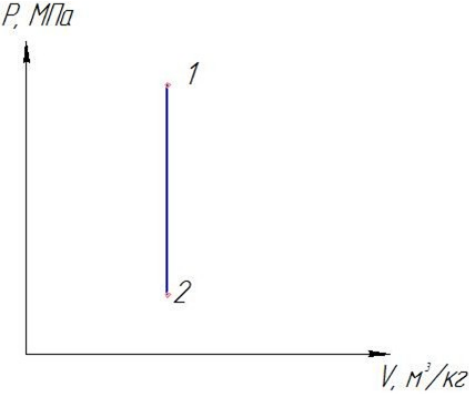
- 1
- 2
- 3
- 4

69

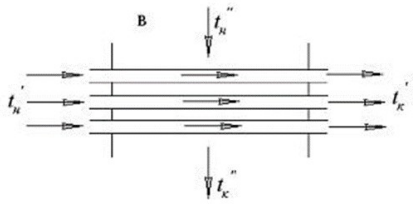
Адиабатным является процесс:



- 1
- 2
- 3
- 4

| | |
|----|--|
| 70 | <p>Количество теплоты в процессе 1-2 равно 500 Дж/кг. Чему равна энтропия в точке 2?</p>  <ul style="list-style-type: none"> • 7,5 Дж/(кг К) • 20 Дж/(кг К) • 0 Дж/(кг К) • 6 Дж/(кг К) |
| 71 | <p>Чему равен объем газа в точке 2 процесса 1-2, если $T_1 = 1000\text{K}$, $T_2 = 200\text{K}$, $V_1 = 5\text{м}^3$:</p>  <ul style="list-style-type: none"> • 100м3 • 10м3 • 1м3 • 20м3 |
| 72 | <p>Чему равно давление в точке 1 процесса 1-2, изображенного на рисунке, если $T_1 = 400\text{K}$, $T_2 = 40\text{K}$, $p_2 = 1\text{Кпа}$?</p>  <ul style="list-style-type: none"> • 10 Кпа • 100 Кпа • 100 Мпа • 10 Мпа |

| | |
|----|--|
| 73 | <p>Эти выражения справедливы для:</p> $c_n = c_v, n = \pm\infty;$ <ul style="list-style-type: none"> • изохорного процесса • изобарного процесса • изотермического процесса • адиабатного процесса |
| 74 | <p>Эти выражения справедливы для:</p> $c_n = c_p, n = 0$ <ul style="list-style-type: none"> • изохорного процесса • изобарного процесса • изотермического процесса • адиабатного процесса |
| 75 | <p>Эти выражения справедливы для:</p> $c_n = \infty, n = \lim_{c_n \rightarrow \infty} \frac{c_n - c_p}{c_n - c_v} = 1$ <ul style="list-style-type: none"> • изохорного процесса • изобарного процесса • изотермического процесса • адиабатного процесса |
| 76 | <p>Существуют способы передачи теплоты...</p> <ul style="list-style-type: none"> • теплопроводность, конвенция и излучение • теплоотдача и излучение • теплопередача и конвенция |
| 77 | <p>Теплопроводность это...</p> <ul style="list-style-type: none"> • перенос теплоты в веществах микрочастицами • перенос теплоты микрообъёмами • перенос теплоты электромагнитными волнами |
| 78 | <p>Конвенция это...</p> <ul style="list-style-type: none"> • перенос теплоты при помощи микрочастиц • перенос теплоты вместе с макроскопическими объёмами вещества • перенос теплоты при помощи волн |
| 79 | <p>Излучение это...</p> <ul style="list-style-type: none"> • перенос теплоты при помощи электромагнитных волн • перенос теплоты микрочастицами • перенос теплоты макрообъёмами |
| 80 | <p>Формулировка закона Фурье</p> <ul style="list-style-type: none"> • вектор плотности теплового потока, передаваемого теплопроводностью пропорционален градиенту температуры • вектор плотности теплового потока, передаваемого теплопроводностью равен градиенту температуры • вектор плотности теплового потока, передаваемого теплопроводностью обратно пропорционален градиенту температуры |
| 81 | <p>Коэффициент теплопроводности...</p> |

| | |
|----|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • характеризует способность данного вещества проводить теплоту • характеризует способность данного вещества пропускать через себя тепловое излучение • характеризует состояние поверхности вещества |
| 82 | <p>На рисунке изображен</p>  <ul style="list-style-type: none"> • прямоточный теплообменник • противоточный теплообменник • перекрестный теплообменник |
| 83 | <p>Теплоотдача это...</p> <ul style="list-style-type: none"> • процесс теплообмена между поверхностью твёрдого тела и жидкостью • процесс теплообмена между поверхностями твёрдого тела • процесс теплообмена внутри жидкости |
| 84 | <p>Уравнение Ньютона-Рихмана для теплоотдачи имеет вид:</p> <ul style="list-style-type: none"> • $Q = \alpha \cdot F \cdot t_c - t_{ж}$ • $Q = U + L$ • $q = -\lambda \text{grad } t$ |
| 85 | <p>Различают конвекцию...</p> <ul style="list-style-type: none"> • естественную и вынужденную • естественную и свободную • ограниченную и объёмную |
| 86 | <p>Естественная конвекция возникает...</p> <ul style="list-style-type: none"> • за счет теплового расширения жидкости, нагретой около теплоотдающей поверхности • за счет внешнего источника воздействия на рабочее тело (вентилятора, насоса...) • из-за перепада давления жидкости около теплоотдающей поверхности |
| 87 | <p>Вынужденная конвекция...</p> <ul style="list-style-type: none"> • возникает в результате внешнего воздействия, причем в результате это воздействия создаётся перепад давления, являющийся движущей силой • возникает в результате разности температур • возникает самопроизвольно |
| 88 | <p>Критерий Нуссельта ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • представляет собой безразмерный коэффициент теплоотдачи • является табличной величиной для данного рабочего тела • характеризует скорость движения жидкости |
| 89 | <p>Критерий Рейнольдса...</p> <ul style="list-style-type: none"> • выражает отношение сил инерции к силам вязкого трения • является теплофизической константой • выражает отношение подъёмной силы к скоростному напору |
| 90 | <p>Критерий Прандтля...</p> <ul style="list-style-type: none"> • характеризует теплофизические свойства вещества и является теп- |

| | |
|----|---|
| | <p>лофизической константой</p> <ul style="list-style-type: none"> • является безразмерным коэффициентом теплоотдачи • характеризует режим движения жидкости |
| 91 | <p>Критерий Грасгофа...</p> <ul style="list-style-type: none"> • характеризует отношение подъёмной силы, возникающей вследствие теплового расширения жидкости, к силам вязкости • характеризует отношение скоростного напора к силам вязкости • является безразмерным коэффициентом теплоотдачи |
| 92 | <p>Различают режимы движения жидкости...</p> <ul style="list-style-type: none"> • ламинарный и турбулентный • естественный и вынужденный • переходный и установившийся |
| 93 | <p>Различают режимы кипения жидкости...</p> <ul style="list-style-type: none"> • пузырьковый и плёночный • капельный и плёночный • пузырьковый и капельный |
| 94 | <p>Различают конденсацию...</p> <ul style="list-style-type: none"> • пузырьковую и плёночную • капельную и плёночную • пузырьковую и капельную |
| 95 | <p>Пар конденсируется на поверхности...</p> <ul style="list-style-type: none"> • температура, которой ниже температуры насыщения • температура, которой выше температуры насыщения • температура, которой равна температуры насыщения |
| 96 | <p>Тело, отражающее все падающее на него излучение, называется:</p> <ul style="list-style-type: none"> • абсолютно черным • абсолютно белым • абсолютно прозрачным • серым |
| 97 | <p>Тело, пропускающее сквозь себя все падающее на него излучение, называется:</p> <ul style="list-style-type: none"> • абсолютно черным • абсолютно белым • абсолютно прозрачным • серым |
| 98 | <p>Если теплота от одного теплоносителя к другому передается через разделяющую их стенку, то теплообменник называется:</p> <ul style="list-style-type: none"> • тепловой трубой • регенеративный • смесительный • рекуперативный |
| 99 | <p>Если передача тепла от горячего носителя к холодному осуществляется за счет</p> |

| | |
|-----|--|
| | <p>смешения обоих теплоносителей, то такой теплообменник называется:</p> <ul style="list-style-type: none"> • тепловой трубой • регенеративный • смесительный • рекуперативный |
| 100 | <p>Распределение температуры по радиусу цилиндрической стенки:</p> <ul style="list-style-type: none"> • подчиняется логарифмическому закону • зависимость температуры от координаты линейна • не зависит от формы стенки |

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Процедуры оценивания в ходе изучения дисциплины знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, регламентируются положениями:

- П ВГУИТ 2.4.03 Положение о курсовых экзаменах и зачетах;
- П ВГУИТ 4.1.02 Положение о рейтинговой оценке текущей успеваемости.

Для оценки знаний, умений, навыков обучающихся по дисциплине применяется рейтинговая система. Итоговая оценка по дисциплине определяется на основании определения среднеарифметического значения баллов по каждому заданию.

5. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания для каждого результата обучения

| Результаты обучения по этапам формирования компетенций | Предмет оценки (продукт или процесс) | Показатель оценивания | Критерии оценивания сформированности компетенций | Шкала оценивания | |
|---|--------------------------------------|---|---|----------------------|----------------------------------|
| | | | | Академическая оценка | Уровень освоения компетенции |
| ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности; | | | | | |
| Знает информационно-коммуникационные технологии в решении типовых задач профессиональной деятельности Знает основные законы математических и естественных наук для решения типовых задач профессиональной деятельности | Тест | Результат тестирования | 50% и более правильных ответов | зачтено | освоена (базовый, повышенный) |
| | | | менее 50% правильных ответов | не зачтено | не освоена (недостаточный) |
| | Собеседование (зачет) | Знает информационно-коммуникационные технологии в решении типовых задач профессиональной деятельности Знает основные законы математических и естественных наук для решения типовых задач профессиональной деятельности | Обучающийся полно и последовательно раскрыл тему вопросов | зачтено | Освоена (базовый, повышенный) |
| | | | Обучающийся неполно и/или непоследовательно раскрыл тему вопросов | не зачтено | не освоена (недостаточный) |

| | | | | | |
|--|--|---|--|-------------------|--------------------------------------|
| <p>Умеет применять информационно-коммуникационные технологии в решении типовых задач профессиональной деятельности</p> <p>Умеет эффективно использовать знания основных законов математических и естественных наук для решения типовых задач профессиональной деятельности</p> | <p>Защита по практическим занятиям</p> | <p>Умеет применять информационно-коммуникационные технологии в решении типовых задач профессиональной деятельности</p> | <p>Защита по практическим занятиям соответствует теме, задание выполнено правильно в полном объеме</p> | <p>зачтено</p> | <p>Освоена (базовый, повышенный)</p> |
| | | <p>Умеет эффективно использовать знания основных законов математических и естественных наук для решения типовых задач профессиональной деятельности</p> | <p>Защита практических занятий не соответствует теме и/или задание выполнено неправильно и/или не в полном объеме</p> | <p>не зачтено</p> | <p>не освоено (недостаточный)</p> |
| <p>Имеет навыки применения информационно-коммуникационные технологии в решении типовых задач профессиональной деятельности</p> <p>Имеет навыки демонстрации основных законов математических и естественных наук для решения типовых задач профессиональной деятельности</p> | <p>Кейс-задания</p> | <p>Содержание решения кейс-задания</p> | <p>Обучающийся разобрался в предложенной конкретной ситуации, самостоятельно решил поставленную задачу на основе полученных знаний</p> | <p>зачтено</p> | <p>освоена (повышенный)</p> |
| | | <p>Содержание решения кейс-задания</p> | <p>Обучающийся не разобрался в сложившейся ситуации, не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения</p> | <p>не зачтено</p> | <p>не освоено (недостаточный)</p> |

| Результаты обуче- | Предмет оцен- | Показатель оце- | Критерии оценивания сформированности | Шкала оценивания |
|-------------------|---------------|-----------------|--------------------------------------|------------------|
|-------------------|---------------|-----------------|--------------------------------------|------------------|

| ния по этапам формирования компетенций | ки (продукт или процесс) | нивания | компетенций | Академическая оценка | Уровень освоения компетенции |
|---|---------------------------------|---|---|----------------------|-------------------------------|
| ОПК – 7 Способен применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении; | | | | | |
| Знает методы проведения экспериментальных исследований Знает методы планирования и обработки результатов экспериментальных исследований (в том числе с использованием численных методов) | Тест | Результат тестирования | 50% и более правильных ответов | зачтено | освоена (базовый, повышенный) |
| | | | менее 50% правильных ответов | не зачтено | не освоена (недостаточный) |
| | Собеседование (зачет) | Знает методы проведения экспериментальных исследований Знает методы планирования и обработки результатов экспериментальных исследований (в том числе с использованием численных методов) | Обучающийся полно и последовательно раскрыл тему вопросов | зачтено | Освоена (базовый, повышенный) |
| | | | Обучающийся неполно и/или непоследовательно раскрыл тему вопросов | не зачтено | не освоена (недостаточный) |
| Умеет эффективно пользоваться методами проведения экспериментальных исследований Умеет эффективно использовать методы планирования и | Защита по практическим занятиям | Умеет эффективно пользоваться методами проведения экспериментальных исследований Умеет эффективно использовать методы планирования и об- | Защита по практическим занятиям соответствует теме, задание выполнено правильно в полном объеме | зачтено | Освоена (базовый, повышенный) |
| | | | Защита практических/лабораторных занятий не соответствует теме и/или задание выполнено неправильно и/или не в полном объеме | не зачтено | не освоено (недостаточный) |

| | | | | | |
|--|---------------------|--|--|-------------------|---------------------------------------|
| <p>обработки результатов экспериментальных исследований (в том числе с использованием численных методов)</p> | | <p>работки результатов экспериментальных исследований (в том числе с использованием численных методов)</p> | | | |
| <p>Имеет навыки демонстрации методов проведения экспериментальных исследований</p> <p>Имеет навыки применения методов планирования и обработки результатов экспериментальных исследований (в том числе с использованием численных методов)</p> | <p>Кейс-задания</p> | <p>Содержание решения кейс-задания</p> | <p>Обучающийся разобрался в предложенной конкретной ситуации, самостоятельно решил поставленную задачу на основе полученных знаний</p> | <p>зачтено</p> | <p>освоена (повышенный)</p> |
| | | | <p>Обучающийся не разобрался в сложившейся ситуации, не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения</p> | <p>не зачтено</p> | <p>не освоено (недостаточный)</p> |

