

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Максимов Алексей Борисович

Должность: директор департамента по образовательной политике

Дата подписания: 22.09.2023 12:45:46

Уникальный программный ключ:

8db180d1a3f07b9e66521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
Московский политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан факультета машиностроения  
/ Е.В. Сафонов /

« 17 » сентября 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Прикладная термодинамика и кинетика в металлургии**

**Направление подготовки**

**22.04.02 Металлургия**

*Профиль подготовки*

**Инновации в металлургии**

**Квалификация выпускника**

**Магистр**

**Форма обучения**

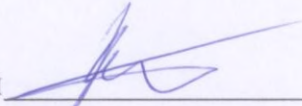
**Заочная**

**Москва 2021**

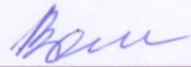
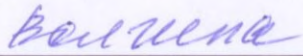
Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению подготовки **22.04.02 «Металлургия»**, профиль подготовки **«Инновации в металлургии»**

Программа дисциплины **«Прикладная термодинамика и кинетика в металлургии»** согласована и утверждена на заседании кафедры «Металлургия»

«25» 05 2021 г., протокол № 12-05

Заведующий кафедрой  /Шульгин А.В. /

Программа согласована с руководителем образовательной программы по направлению подготовки **22.04.02 «Металлургия»**

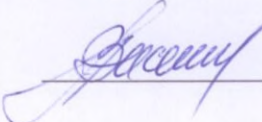
 /  /

«25» 05 2021 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета машиностроения

«17» 06 2021 г., протокол № 7-21

Председатель комиссии

 /А.Н. Васильев/

Присвоен регистрационный номер:	22.04.02.03/06.2021
---------------------------------	---------------------

## 1. Цели освоения дисциплины

К **основной цели** освоения дисциплины «Прикладная термодинамика и кинетика в металлургии» относится расширение научного кругозора в области технических наук, на базе которых будущий специалист сможет самостоятельно овладевать всем новым, с чем ему придется столкнуться в профессиональной деятельности.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Прикладная термодинамика и кинетика в металлургии» следует отнести:

- ознакомление студентов с фундаментальными законами, лежащими в основе исследования газовых процессов и циклов превращения тепла в механическую работу и наоборот;
- формирование знаний физической картины истечения газов и паров, знать описывающие эти процессы математические зависимости. В области металлургического производства курс охватывает круг вопросов, связанных с работой двигателей внутреннего сгорания, газотурбинных и паротурбинных установок, компрессоров и холодильников. Отдельно уделяется внимание новому оборудованию, обеспечивающему высокопроизводительную работу указанного оборудования;
- освоение методик расчета оборудования с целью оптимизации его работы;
- подготовка студентов к производственной, проектно-конструкторской и исследовательской деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой магистра по данному направлению.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина «Прикладная термодинамика и кинетика в металлургии» относится к числу профессиональных учебных дисциплин вариативной части (Б.1.1.6) основной образовательной программы магистратуры (Блок 1).

Дисциплина «Прикладная термодинамика и кинетика в металлургии» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП магистратуры профиля «Инновации в металлургии»:

- Основные производства металлов и сплавов.
- Инновационные и ресурсосберегающие технологии в металлургии.
- Моделирование и оптимизация металлургических процессов.
- Современное оборудование в металлургии.
- Методология научных исследований.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

(модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

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

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать:	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
УК-1	Способностью осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Знание</b> методов системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации</li> <li>- <b>Умение</b> применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации</li> <li>- <b>Владение</b> методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий</li> </ul>
ПК-1	Способностью выбирать методы планирования, подготовки и проведения исследований, наблюдений, испытаний, измерений и применять их на практике, анализировать, обрабатывать и представлять результаты	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Знание</b> методов исследований, проведения, обработки и анализа результатов испытаний и измерений. Критерии выбора методов и методик исследований</li> <li>- <b>Умение</b> проводить испытания, измерения и обработку результатов. Регистрировать показания приборов. Проведение расчётов и критический анализ результаты, выполнение выводов.</li> <li>- <b>Владение</b> выбором испытательного и измерительного оборудования, необходимого для проведения исследований. Выполнение оценки и обработки результатов исследования.</li> </ul>

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **6** зачетных единиц, т.е. **216** академических часов (из них **198** часов – самостоятельная работа студентов), в том числе лекции – **6** час, практические занятия (семинары) – **12** час. Выполнение

лабораторных, курсовых и самостоятельных работ по данной дисциплине учебным планом не предусмотрено. Форма контроля -зачет.

## **Содержание разделов дисциплины «Прикладная термодинамика и кинетика в металлургии»**

### **Тема 1. Основные понятия термодинамики и кинетики**

Предмет и методы термодинамики. Термодинамические величины. Уравнение состояния газов. Термодинамический процесс. Обратимые и необратимые процессы.

#### *Первое начало термодинамики.*

Сущность первого начала термодинамики. Закон сохранения и превращения энергии. Превращение тепла в работу. Внутренняя энергия и ее изменение при изменении состояния рабочего тела. Энтальпия. Аналитическое выражение первого начала термодинамики. Теплоемкость. Приложение первого начала термодинамики к течению газа и жидкости.

#### **Тема 2. Второе начало термодинамики**

Сущность второго начала термодинамики и его формулировки. Энтропия и ее изменение при обратимых и необратимых процессах. Энтропия идеального газа. T-S диаграмма. Аналитическое выражение второго начала термодинамики.

#### *Термодинамические процессы и циклы.*

Основные термодинамические процессы: изотермический, изобарный, изохорный, адиабатный, политропный. Прямые и обратные обратимые циклы. Цикл Карно в P-V и T-S диаграммах.

#### *Компрессоры и поршневые двигатели внутреннего сгорания.*

Одноступенчатые и многоступенчатые компрессоры, Циклы двигателей внутреннего сгорания: цикл Дизеля, Отто и Тринклера и сравнение эффективности их работы.

#### **Тема 3. Течение газов и паров.**

Дросселирование газов и паров. Скорость звука. Критическая скорость истечения. Сопло Лавая и его расчет. Циклы газотурбинных и паросиловых установок с различными схемами подвода теплоты. Водяной пар. Основные термодинамические параметры воды и водяного пара. P-V, T-S, i-s диаграммы водяного пара.

## **5. Образовательные технологии**

Методика преподавания дисциплины «Прикладная термодинамика и кинетика»

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

- чтение лекций и семинарских занятий сопровождается показом мультимедийных лекций с помощью компьютерной и проекторной техники и иллюстрируется наглядными пособиями;

- обсуждение пройденного материала на семинарских занятиях;

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

- организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме тестирования по темам/разделам и промежуточных зачетов.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Прикладная термодинамика и кинетика в металлургии» и в целом по дисциплине составляет около 20% времени аудиторных занятий.

Занятия лекционного типа составляют 33% от объема аудиторных занятий.

В курсе лекций преподается постоянно обновляемый материал, заимствованный из различных источников – научных статей, монографий, интернет – сайтов и т.д., что позволяет освещать последние достижения в металлургии, а именно, в области термодинамики и теплофизики, пробуждая у студентов интерес к усвоению знаний.

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки студентов составляют практические занятия. Они направлены на более глубокое усвоение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений.

В течение семестра осуществляется текущий контроль усвоения материала по изучаемой дисциплине в форме устного опроса и промежуточного тестирования по тематике предшествующих занятий.

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

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов: оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций, подготовка сообщений и докладов по тематике пройденного материала.

В течение семестра осуществляется текущий контроль освоения дисциплины

в форме устного опроса по тематике предшествующих занятий.

Оценочные средства составляются преподавателем самостоятельно при ежегодном обновлении банка средств. Количество вариантов зависит от числа обучающихся.

В процессе обучения используются оценочные средства рубежного контроля успеваемости и промежуточных аттестаций, а также следующие виды самостоятельной работы:

- чтение рекомендуемой литературы при подготовке к лекционным, практическим и самостоятельным (контрольным) заданиям;
- рефераты, доклады на СНТК.

Планирование времени на самостоятельную работу студентам лучше осуществлять на весь семестр и предусматривать регулярное повторение пройденного учебного материала.

Для углубленного изучения курса рекомендуется использовать издания, указанные в списке дополнительной литературы.

Для расширения знаний следует использовать также сведения, полученные из Интернет-источников на соответствующих сайтах, а также проводить поиск в различных системах, таких как Yandex, Rambler, и пользоваться специализированными сайтами, рекомендованными преподавателем на лекционных занятиях.

Кафедра располагает базой тестовых материалов для проведения промежуточных и итоговых аттестаций в рамках дидактических единиц содержания дисциплины.

## **6.1 Фонд тестовых вопросов для проведения промежуточного контроля по темам дисциплины**

### **По теме №1:**

1. Какой тепловой процесс изменения состояния газа происходит без теплообмена?  
а). Изобарный. б). Изохорный. в). Изотермический.
2. В каком процессе внутренняя энергия системы не изменяется при переходе из одного состояния в другое: а). в изобарном, б) в изохорном, в) в изотермическом, г) в адиабатном.
3. Первый закон термодинамики утверждает  
а) эквивалентность теплоты и работы, б) подводимая к телу теплота расходуется только на увеличение внутренней энергии тела, в) подводимая к телу теплота расходуется только на совершение внешней работы
4. Удельная энтальпия является функцией  
а) процесса, б) состояния, в) массы вещества.
5. Изменить внутреннюю энергию системы можно

- а) только путем совершения работы, б) только путем теплопередачи, в) путем совершения работы и теплопередачи.
6. Изотермическим называется процесс, происходящий:  
а) при постоянной теплоемкости, б) при постоянной температуре, в) при постоянном давлении.
7. Произведение  $p \cdot \Delta V$  измеряется следующей величиной:  
а) джоуль, б) Паскаль, в) ватт.
8. Работа (Дж) при изохорном нагреве одного моля идеального газа 20 К составляет:  
а) 16,62, б) при изохорном процессе работа не совершается, в) 4,05.
9. В процессе изохорного нагрева газ получил 15 МДж теплоты. Изменение его внутренней энергии газа составило:  
а) 15 МДж. б) -15 МДж. в) 0.
10. Тепловой двигатель за один цикл получает от нагревателя 100 кДж теплоты и отдает холодильнику 60 кДж. КПД этого двигателя равен (%):  
а) 25, б) 40, в) 60.

### По теме №2:

1. Закон сохранения и превращения энергии утверждает, что  
а) количество энергии в изолированной системе величина не постоянная;  
б) энергия переходит из одного вида в другой;  
в) зависимость между теплотой и работой носит обратно-пропорциональный характер.
2. Внутренняя энергия системы зависит от  
а) давления, б) температуры, в) энтальпии.
3. При адиабатном сжатии идеального газа внешними силами совершена работа 100 Дж. При этом внутренняя энергия этого газа:  
а) уменьшилась на 100 Дж; б) увеличилась на 100 Дж; в) увеличилась на 50 Дж.
4. Температура кристаллического тела с момента начала плавления до его окончания:  
а) не изменяется, б) в начале плавления понижается, затем повышается; в) в начале плавления повышается, затем понижается.
5. Газ получил 500 Дж теплоты. При этом его внутренняя энергия увеличилась на 300 Дж. Работа, которую совершил газ равна:  
а) 200 Дж, б) 800 Дж, в) 0, г) 500 Дж.
6. Произведение  $p \cdot \Delta V$  измеряется следующей величиной:  
а) Джоуль, б) Паскаль, в) ватт, г)  $\text{кг}/\text{м}^2$ .
7. При адиабатном сжатии идеального газа внешними силами совершена работа 100 Дж. При этом внутренняя энергия этого газа:  
а) уменьшилась на 100 Дж, б) увеличилась на 100 Дж, в) увеличилась на 50 Дж, г) не изменилась.



8. Газ получил 500 Дж теплоты. При этом его внутренняя энергия увеличилась на 300 Дж. Работа, которую совершил газ равна:  
а) 200 Дж, б) 800 Дж, в) 0, г) 500 Дж.
9. Найти работу, совершаемую 2 молями идеального газа при изобарном нагреве на  $100^\circ$ , если  $R = 8,3 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$   
а) 166, б) 83, в) 830, г) 1660.
10. При адиабатном сжатии идеального газа внешними силами совершена работа 100 Дж. Как изменилась при этом внутренняя энергия этого газа?  
а) увеличилась на 50 Дж, б) увеличилась на 100 Дж, г) не изменилась.

### **По теме №3:**

1. При адиабатном расширении идеальный газ совершил работу 200 Дж. Как изменилась при этом внутренняя энергия этого газа?  
а) не изменилась, б) увеличилась на 200 Дж, в) уменьшилась на 200 Дж, г) уменьшилась на 100 Дж.
2. Значение показателя адиабаты зависит от:  
а) температуры, б) давления, в) числа атомности газа, г) удельного объема.
3. Закон Майера утверждает, что:  
а)  $\mu c_v = 4.115 \cdot z$ , б)  $c_p = c_v + R$ , в)  $k = c_p / c_v$ , г)  $c_p + c_v = R$ .
4. По циклу Отто работают:  
а) дизельные двигатели, б) карбюраторные двигатели, в) паровые турбины, г) тепловые насосы.
5. Уравнение для расчета отводимой теплоты в цикле ДВС имеет вид:  
а)  $q_2 = c_v \cdot (T_4 - T_1)$ , б)  $q_2 = 0$ , в)  $q_2 = m c_v \cdot (T_5 - T_1)$ , г)  $q_2 = m c_v \cdot (T_3 - T_2)$ .
6. Степень сжатия двигателя внутреннего сгорания определяется выражением:  
а)  $\lambda = p_3 / p_2$ , б)  $\varepsilon = v_1 / v_2$ , в)  $\rho = v_4 / v_3$ , г)  $\varepsilon = c / c_0$ .
7. Наибольший термический КПД будет у цикла:  
а) с изобарным подводом теплоты, б) Карно, в) с изохорным подводом теплоты, г) со смешанным подводом теплоты.
8. Уравнение для расчета подводимой теплоты при постоянном давлении в цикле ДВС (цикл Дизеля) имеет вид:  
а)  $q_1 = c_p \cdot (T_3 - T_2)$ ; б)  $q_1 = c_p \cdot (T_3 - T_2)$ ; в)  $q_1 = R \cdot T \cdot \ln(p_1 / p_2)$ ; г)  $q_1 = c_p \cdot (T_2 - T_1)$ .
9. Степень повышения давления в цикле ДВС определяется как:  
а)  $\varepsilon = v_1 / v_2$ , б)  $\rho = v_4 / v_3$ , в)  $\lambda = p_3 / p_2$ , г)  $\rho = T_4 / T_3$ .
10. Отводимая теплота в цикле ДВС со смешанным подводом теплоты определяется по формуле:  
а)  $q_2 = c_v \cdot (T_5 - T_1)$ ; б)  $q_2 = c_v \cdot (T_4 - T_1)$ ; в)  $q_2 = 0$ ; г)  $q_2 = c_p \cdot (T_4 - T_1)$ .

**Фонд тестовых вопросов для проведения контроля по итогам усвоения программы** включает в себя **35** постоянно обновляемых тестов.

1. Первый закон термодинамики утверждает
  - а) эквивалентность теплоты и работы; б) подводимая к телу теплота расходуется только на увеличение внутренней энергии тела; в) подводимая к телу теплота расходуется только на совершение внешней работы.
2. Закон сохранения и превращения энергии утверждает, что
  - а) количество энергии в изолированной системе величина не постоянная;
  - б) энергия переходит из одного вида в другой; в) зависимость между теплотой и работой носит обратно-пропорциональный характер.
3. Система переходит из одного состояния в другое. Укажите процесс, при котором ее внутренняя энергия не изменяется
  - а) изобарный, б) изохорный, в) изотермический, г) адиабатный.
4. Внутренняя энергия системы зависит от
  - а) давления, б) от температуры, в) энтальпии, г) от удельного объема.
5. Удельная энтальпия является функцией
  - а) процесса, б) состояния, в) массы вещества, г) температуры.
6. Изменить внутреннюю энергию системы можно
  - а) только путем совершения работы, б) только путем теплопередачи,
  - в) путем совершения работы и теплопередачи.
7. Изотермическим называется процесс, происходящий:
  - а) при постоянной теплоемкости, б) при постоянной температуре, в) при постоянном давлении,
  - г) при постоянной энтальпии.
8. Работа (Дж) при изохорном нагреве одного моля идеального газа на 20 К составляет:
  - а) 16,62, б) при изохорном процессе работа не совершается, в) 4,05.
9. Система переходит из одного состояния в другое. Назовите процесс, при котором ее внутренняя энергия не изменяется
  - а) изобарный, б) изохорный, в) изотермический, г) адиабатный.
10. Количество теплоты (кДж), необходимое для нагрева 2 кг воды от её температуры замерзания до температуры кипения (100°C) составляет: (Удельная теплоемкость воды равна 4200 Дж/(кг•К)).
  - а) 440; б) 168; в) 840; г) 4187.
11. Об изменении внутренней энергии можно судить по
  - а) температуре, б) объему, в) совершенной работе, г) давлению.
12. Температура кристаллического тела с момента начала плавления до его окончания:
  - а) не изменяется, б) в начале плавления понижается, затем повышается, в) в начале плавления повышается, затем понижается.
13. Для расплавления 3 кг льда, взятого при температуре 0°C? (Удельная теплота плавления льда равна 330 кДж/кг) надо затратить (кДж):
  - а) 330, б) 660, в) 990.

14. Смешали 30 л воды при 10°C и 50 л воды температурой 50°C. Температура смеси стала равной:  
а) 30, б) 35, в) 40.
15. В процессе изохорного нагрева газ получил 10 МДж теплоты. Изменение внутренней энергии газа составило:  
а) 10 МДж, б) -10 МДж в) 0.
16. Тепловой двигатель за один цикл работы получает от нагревателя 100 кДж теплоты, а отдает холодильнику 60 кДж. Чему равен его КПД в процентах?  
а) 60, б) 67, в) 40, г) 65.
17. Какое значение КПД может иметь идеальная тепловая машина с температурой нагревателя 527 °С и температурой холодильника 27 °С?  
а) 100% , б) > 100%, в) 95%, г) 62,5%.
18. В воду температурой 15°C и объемом 2 л опустили неизвестный сплав массой 1 кг и температурой 90°C. В результате теплообмена установилась температура 20°C. Какова удельная теплоемкость сплава (Дж/кг•К), если удельная теплоемкость воды равна 4200 Дж/кг•К?  
а) 1400, б) 600, в) 1100, г) 1300.
19. Как изменяется температура кристаллического тела с момента начала плавления до его окончания?  
а) постепенно повышается, б) в начале плавления понижается, потом повышается,  
в) не изменяется, г) сначала повышается, потом понижается.
20. Какое количество теплоты (кДж) необходимо затратить, чтобы нагреть 2 кг воды от её температуры замерзания до температуры кипения (100°C)? Удельная теплоемкость воды равна  $c_{\text{в}} = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$ .  
а) 1420, б) 2840, в) 38,4, г) 4200.
21. Смешали 30 л воды при 10°C и 50 л воды температурой 50°C. Температура смеси стала равной:  
а) 30, б) 35, в) 40, г) 38.
22. Уравнение для расчета подводимой теплоты в цикле Отто имеет вид:  
а)  $q_1 = c_v \cdot (T_3 - T_2)$ ; б)  $q_1 = c_p \cdot (T_4 - T_1)$ ; в)  $q_1 = m c_v \cdot (T_5 - T_1)$ ; г)  $q_1 = m c_v \cdot (T_2 - T_1)$ .
23. Степень предварительного расширения в цикле с подводом тепла при постоянном давлении:  
а)  $\varepsilon = v_1/v_2$ , б)  $\rho = v_3/v_2$ , в)  $\varepsilon = v_4/v_1$ , г)  $\rho = v_2/v_1$ .
24. Уравнение для расчета отводимой теплоты в цикле со смешанным подводом тепла ДВС (цикл Дизеля) имеет вид:  
а)  $q_2 = c_p \cdot (T_3 - T_2)$ ; б)  $q_2 = c_v \cdot (T_5 - T_1)$ ; в)  $q_2 = R \cdot T \cdot \ln(v_1/v_2)$ ; г)  $q_2 = c_p \cdot (T_4 - T_5)$ .
25. Уравнение для расчета подводимой теплоты при постоянном объеме в цикле ДВС (цикл Отто) имеет вид:  
а)  $q_1 = c_p \cdot (T_3 - T_2)$ ; б)  $q_1 = c_v \cdot (T_3 - T_2)$ ; в)  $q_1 = R \cdot T \cdot \ln(p_1/p_2)$ ; г)  $q_1 = c_v \cdot (T_2 - T_1)$ .
26. Уравнение для расчета термического КПД двигателя внутреннего сгорания со смешанным подводом теплоты ( $p = \text{const}$  и  $V = \text{const}$ ) равно:  
а)  $\eta_t = 1 - 1/\varepsilon^{(k-1)} \cdot \frac{\lambda \cdot \rho^k - 1}{\lambda - 1 + k \cdot \lambda \cdot (\rho - 1)}$ ; б)  $\eta_t = 1 - T_2/T_1$ ; в)  $\eta_t = 1 - 1/\varepsilon^{(k-1)}$ ; г)  $\eta_t = 1 - 1/\varepsilon^{(k-1)} \cdot \frac{\lambda \cdot \rho^k - 1}{k \cdot \lambda \cdot (\rho - 1)}$ .

27. Паросодержание в области влажного насыщенного пара равно:

а)  $x=0$ , б)  $0 < x < 1$ , в)  $x=1$ , г)  $x > 1$ .

28. В момент полного испарения жидкости пар называется:

а) влажный насыщенный пар, б) сухой насыщенный пар, в) перегретый пар, г) влажный ненасыщенный пар.

29. При нагреве сухого насыщенного пара он превращается в:

а) влажный насыщенный пар, б) жидкость, в) перегретый пар, г) сухой ненасыщенный пар.

30. Паросодержание перегретого пара равно:

а)  $x=1$ ; б)  $x > 1$ ; в)  $x < 1$ ; г)  $x=0$ .

31. Численное значение универсальной газовой постоянной  $R$ :

а) 2344 Дж/(кмоль К); б) 8553 Дж/(кмоль К); в) 8314 Дж/(кмоль К); г) 8416 Дж/(кмоль К).

32. Размерность универсальной газовой постоянной  $R$ :

а) Дж/(кмоль · К); б) Дж/ К; в) Дж/(кг · К); г) Дж/кмоль.

33. Размерность газовой постоянной  $R$ :

1) Дж/(кмоль · К); 2) Дж/ К; 3) Дж/(кг · К); 4) Дж/кмоль.

34. Связь между параметрами в изотермическом процессе:

а)  $p_1 v_1^k = p_2 v_2^k$ , б)  $v_1/T_1 = v_2/T_2$ , в)  $p_1/T_1 = p_2/T_2$ , г)  $p_1 v_1 = p_2 v_2$ .

35. Связь между параметрами в адиабатическом процессе:

а)  $p_1 v_1^k = p_2 v_2^k$ , б)  $v_1/T_1 = v_2/T_2$ , в)  $p_1/T_1 = p_2/T_2$ , г)  $p_1 v_1 = p_2 v_2$ .

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

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать:
ПК-1	<b>Способностью</b> выбирать методы планирования, подготовки и проведения исследований, наблюдений, испытаний, измерений и применять их на практике, анализировать, обрабатывать и представлять результаты.
УК-1	<b>Способностью</b> осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

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

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

Показателем оценивания компетенции на различных этапах ее формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю):

<b>УК-1: Способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</b>				
<b>Показатель</b>	<b>Критерии оценивания</b>			
	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Знать:</b> - методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний методов системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации.	Обучающийся демонстрирует слабое или недостаточное знание методов системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации.	Обучающийся демонстрирует знания методов системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации, но допускает некоторые неточности.	Обучающийся демонстрирует хорошее знание методов системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации, уверенно отвечает на поставленные вопросы.
<b>Уметь:</b> применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации.	Обучающийся не умеет применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; не может разрабатывать стратегию действий и принимать конкретные решения для ее реализации.	Обучающийся умеет применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; но не может разрабатывать стратегию действий и принимать конкретные решения для ее реализации.	Обучающийся умеет применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; может разрабатывать стратегию действий и принимать конкретные решения для ее реализации, но допускает некоторые неточности.	Обучающийся умеет применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; может разрабатывать стратегию действий и принимать конкретные решения для ее реализации.
<b>- Владеть:</b> методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения	Обучающийся не владеет методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; не умеет пользоваться методиками для постановки цели, опре-	Обучающийся слабо владеет методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций, а также не умеет пользоваться методиками для	Обучающийся владеет методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; умеет пользоваться методиками для постановки цели, определения	Обучающийся владеет методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; умеет пользоваться методиками для

способов ее достижения, разработки стратегий действий.	деления способов ее достижения, разработки стратегий действий	постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий.	способов ее достижения, разработки стратегий действий, но допускает некоторые неточности.	постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий.
<b>ПК-1: Способность</b> выбирать методы планирования, подготовки и проведения исследований, наблюдений, испытаний, измерений и применять их на практике, анализировать, обрабатывать и представлять результаты.				
Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
<b>Знать:</b> – методы исследований, проведения, обработки и анализа результатов испытаний и измерений. –Критерии выбора методов и методик исследований.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующим знаниям: методик исследований, проведения, обработки и анализа результатов испытаний и измерений. Не знает критериев выбора методов и методик исследований.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующим знаниям: методов исследований, проведения, обработки и анализа результатов испытаний и измерений. – Критериев выбора методов и методик исследований.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующим знаниям: знание методов исследований, проведения, обработки и анализа результатов испытаний и измерений. – Оценки критериев выбора методов и методик исследований.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующим знаниям: – методов исследований, проведения, обработки и анализа результатов испытаний и измерений. –Критериев выбора методов и методик исследований.
<b>Уметь:</b> – проводить испытания, измерения и обработку результатов. Регистрировать показания приборов. –Проводить расчёты и критически анализировать результаты, делать выводы.	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: –проводить испытания, измерения и обработку результатов. Регистрировать показания приборов. –Проводить расчёты и критически анализировать результаты, делать выводы.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующим умениям: –проводить испытания, измерения и обработку результатов. Регистрировать показания приборов. –Проводить расчёты и критически анализировать результаты, делать выводы.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующим умениям: –проводить испытания, измерения и обработку результатов. Регистрировать показания приборов. – Проводить расчёты и критически анализировать результаты, делать выводы, допускает небольшие неточности	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующим умениям: –проводить испытания, измерения и обработку результатов. Регистрировать показания приборов. – Проводить расчёты и критически анализировать результаты, делать выводы.
<b>Владеть:</b> – выбором испытательного и измерительного оборудования, необходимого для проведения исследований;	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет: –системой выбора испытательного и измерительного оборудования, не-	Обучающийся слабо владеет: – системой выбора испытательного и измерительного оборудования, необходимого для проведения	Обучающийся частично владеет: –системой выбора испытательного и измерительного оборудования, необходимого для проведения исслед-	Обучающийся в полном объеме владеет: – системой выбора испытательного и измерительного оборудования,

–выполнять оценки и обработку результатов исследования	обходимого для проведения исследований; – не может выполнять оценки и обработку результатов исследования	исследований; – выполняет оценку и обработку результатов исследования с некоторыми ошибками и испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях	дований; может выполнять оценку и обработку результатов исследований; навыки освоены, но допускаются значительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	необходимого для проведения исследований; – может выполнять оценку и обработку результатов исследования свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.
--	---	---	--	---

## 6.2 Форма промежуточной аттестации: зачет.

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

*К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Прикладная термодинамика и кинетика в металлургии», а также согласно результатам текущего контроля успеваемости в течение семестра, выполненного преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки.*

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) основная литература:

1. Круглов Г.А. Булгакова Р.И., Круглова Е.С. Теплотехника: уч. пособие [Электронный ресурс]– Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2012 – 208 с. Режим доступа: <http://e.lanbook./com/book/3900>

<http://starkproject.com/metal/nonferrous-metallurgy/1893-metallurgical-processes.html>

2. Новиков И.И., Воскресенский К.Д. Прикладная термодинамика и теплопередача. URL: <http://www.c-o-k.ru/library/document/12337> (дата обращения 09.09.2017). – Режим доступа: свободный

### б) дополнительная литература:

1. Костырев Ф.М., Кушнерев В.И. Теоретические основы теплотехники. М., Энергия, 1978. URL: <http://www.twirps.com/file/2084144> (дата обращения 09.09.2017). – Режим доступа: свободный.
2. Шейпак А.А. и др. Термодинамика и теплообмен: практикум. М., Из-во МГИУ, 2012 – 223 с.
3. Интерактивный учебник: Основы металлургии | Металлургический портал MetalSpace.ru <http://www.metalspace.ru/education-career/osnovy-metallurgii.html>
4. Круглов Г.А. и др. Теплотехника. [Электронный ресурс]– Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2017 –384 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/93750>

**в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

Программное обеспечение не предусмотрено.

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте <http://lib.mami.ru> в разделе «Электронные ресурсы».

Полезные учебно-методические и информационные материалы представлены на сайтах:

<http://www.metalspace.ru/education-career/osnovy-metallurgii.html>

<http://starkproject.com/metal/nonferrous-metallurgy/1893-metallurgical-processes.html>

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Для проведения лекционных занятий необходима аудитория, оснащенная проектором и экраном, аудиоаппаратурой (всё - в стандартной комплектации для лекционных занятий). Для проведения практических занятий с использованием интерактивных методов по дисциплине необходима аудитория, оснащенная компьютерами, с установленным на них современным программным обеспечением.

Аудитория для лекционных и практических занятий общего фонда 2ПК 304, 29626, г. Москва, ул. Павла Корчагина, д.22, стр.1, Автозаводская ул. 16 ауд. 1206.

Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы: Столы, стулья, аудиторная доска. Рабочее место преподавателя: стол, стул.

При изучении дисциплины в качестве раздаточных материалов слушатели получают материалы, содержащие комплект слайдов, иллюстрирующих лекционный и практический материал, раздаточные материалы (до 20 стр. на 1 час лекционных занятий), презентации, выполненные в пакете Power Point, демонстрируемые с использованием средств мультимедиа, и опорный конспект лекций в электронном виде.

## **9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов**



Задачами самостоятельной работы студентов являются:

1. систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
2. углубление и расширение теоретической подготовки;
3. формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
4. развитие познавательных способностей и активности студентов, творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
5. использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на практических занятиях, при написании курсовых и выпускной квалификационной работ, для эффективной подготовки к итоговым зачетам и экзаменам.

Изучение дисциплины должно сопровождаться интенсивной самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателями литературными источниками и с материалами, полученными на лекционных и практических занятиях. Студент должен помнить, что начинать самостоятельные занятия следует с первого дня изучения дисциплины и проводить их регулярно. Очень важно приложить максимум усилий, воли, чтобы заставить себя работать с полной нагрузкой с первого дня.

Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

На основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных терминов, положений и определений, требующих запоминания и необходимых для освоения разделов дисциплины.

Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным, так как работа на привычном месте делает ее более плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать, перерыв на 10-15 минут. Выходные дни лучше посвятить активному отдыху, занятиям спортом, прогулками на свежем воздухе и т.д. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем-консультантом и студентами, направленное на разрешение проблем и внесение позитивных изменений в деятельность студентов.

## **10. Методические рекомендации для преподавателя**

Взаимодействие преподавателя со студентами можно разделить на несколько составляющих – лекционные, семинары и консультирование. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует со-

средоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на спорные проблемы.

Перед началом преподавания преподавателю необходимо:

- изучить рабочую программу, цели и задачи дисциплины;
- четко представлять себе, какие знания, умения и навыки должен приобрести студент;
- познакомиться с видами учебной работы.

В ходе лекционных занятий преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. В основной части лекционного материала следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических занятий - обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

Зачет по дисциплине проводится в форме устного или письменного опроса с последующей индивидуальной беседой со студентом на основе вопросов, сформулированных в билетах. В билет вносится теоретический и один практический вопрос из различных частей курса. Преподаватель лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным об-

разовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки **22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ** (уровень магистратуры) (ФГОС3+) и учебным планом по направлению и профилю подготовки.

## Аннотация программы дисциплины «Прикладная термодинамика и кинетика в металлургии»

### 1. Цели и задачи дисциплины

**Целью** освоения дисциплины является:

расширение научного кругозора в области технических наук, на базе которых будущий специалист сможет самостоятельно овладевать всем новым, с чем ему придется столкнуться в профессиональной деятельности.

**Задачи** освоения дисциплины:

- ознакомление студентов с основными процессами термодинамики и кинетики газовых сред в металлургических агрегатах;
- формирование научного понимания основ теплотехники и теплоэнергетики. Отдельно уделяется внимание вопросам энергоснабжения тепловых агрегатов с целью оптимизации их работы.
- освоение методик расчета тепловых двигателей, газо- и паротурбинных установок и умение их практического применения к реальным металлургическим агрегатам;
- подготовка студентов к производственной, проектно-конструкторской и исследовательской деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению.

### 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Прикладная термодинамика и кинетика в металлургии» базируется на следующих дисциплинах: «Математика», «Физика», «Теплофизика».

Дисциплина обеспечивает углубленное изучение следующих дисциплин: «Методология научных исследований»; «Инновационные и ресурсосберегающие технологии в металлургии», которые могут оказаться необходимыми в профессиональной деятельности обучающегося.

Знания и практические навыки, полученные из курса «Прикладная термодинамика и кинетика в металлургии», используются при изучении естественнонаучных дисциплин, а также при выполнении курсовых и выпускных квалификационных работ.

### 3. Требования к результатам освоения дисциплины

В результате изучения дисциплины «Прикладная термодинамика и кинетика в металлургии» студенты должны:

**знать:**

- методы и приемы поиска необходимой информации в области металлургии с использованием современных электронных библиотек и ресурсов сети Интернет;
- основные законы термодинамики и положения информатики, дающие возможность использования информационно-коммуникационных технологий для практической поддержки технических и управленческих решений;
  - структуру и перспективы развития металлургического производства;
- принципы оптимизации технологических процессов в металлургии;
  - технологические возможности и основные области применения соответствующего металлургического оборудования.

**Уметь:**

- критически оценивать и делать выводы по результатам имитационного моделирования;
- формулировать и решать задачи, требующие использования современных вычислительных средств, информационных технологий и программного обеспечения;
  - использовать навыки проектирования баз данных при разработке информационных систем и взаимодействующих с ними приложений;
  - оценивать техническое состояние и анализировать условия и режимы работы металлургических агрегатов;
    - оценивать технологические возможности металлургического агрегата в зависимости от интенсивности режима его работы;
    - выполнять теплотехнические расчеты;
    - проектировать и конструировать детали и узлы металлургического оборудования.

**Владеть:**

- физико–математическим аппаратом для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности;
- основными этапами планирования и проведения имитационного моделирования;
- оформлением отчетов и технической документации по результатам научно-исследовательской деятельности;
- основными методами переработки информации в технологических схемах автоматического регулирования и оптимизации металлургических процессов;
  - вопросами, связанными с нагревом и охлаждением металла в тепловых агрегатах;
  - основными методами, способами и средствами защиты производственного персонала и окружающей среды от негативного воздействия металлургических процессов;

– навыками критериальной оценки новых технологий и конструктивных особенностей технологического оборудования.

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		3
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>216 (6з.е.)</b>	<b>216 (6 з.е.)</b>
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>18</b>	<b>18</b>
<b>В том числе</b>		
<b>лекции</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
<b>Лабораторные занятия</b>	<b>нет</b>	<b>нет</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>198</b>	<b>198</b>
<b>Курсовая работа</b>	<b>нет</b>	<b>нет</b>
<b>Курсовой проект</b>	<b>нет</b>	<b>нет</b>
<b>Вид промежуточной аттестации</b>		<b>Зачет</b>



3.	<b>Тема 2.</b> 2.1 Второе начало термодинамики. Энтропия и ее изменение при необратимых процессах. Т-S диаграмма. Компрессоры и поршневые двигатели внутреннего сгорания. Одноступенчатые и многоступенчатые компрессоры.	3	3	2		30								
4.	2.2 Поршневые двигатели внутреннего сгорания. Циклы Отто, Дизеля, Тринклера и сравнение их эффективности по термическому к.п.д.	3	5		4	48								
5.	<b>Тема 3.</b> 3.1 Течение газов и паров. Скорость звука. Критическая скорость истечения. Сопло Лаваля и его расчет. Циклы газотурбинных и паросиловых установок с различными схемами подвода тепла.	3	6	2		30								
6.	3.2. Расчет поршневых компрессоров. Расчет паро- и газотурбинных установок	3	8		4	30								
	<b>Итого</b>		17	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>198</b>								+

Программу составил доц.

Зав. кафедрой «Металлургия»  
доцент, к.т.н.

\_\_\_\_\_ /С.И. Герцык /

\_\_\_\_\_ / А.В. Шульгин/



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ  
ОП (профиль): «Инновации в металлургии»

Форма обучения: заочная

Вид профессиональной деятельности: (согласно ФГОС ВО)

Кафедра: Металлургия

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**Прикладная термодинамика и кинетика в металлургии**

Состав: 1. **Паспорт** фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

- вариант билета для зачета;
- перечень вопросов к зачету.

**Составитель**

Доцент, к.т.н. Герцык С.И.

Москва 2021

Таблица 1 - ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Прикладная термодинамика и кинетика в металлургии					
ФГОС ВО 22.04.02 Металлургия					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие профессиональные компетенции					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технология формирования компетенции	Форма оценочного средства	Степени уровней освоения компетенций
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
		<p>–Знать методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации</p>			
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	<p>–Уметь применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации</p> <p>–Владеть методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий.</p>	лекции, самостоятельная работа, практические занятия	УО, зачет	<p><b>Базовый уровень</b> - В целом успешное, но не полное владение методами системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации.</p> <p><b>Повышенный уровень</b> - Успешное и полное владение методами системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации.</p>
ПК-1	Способен выбирать методы планирования, подготовки и проведения исследований, наблюдений, испытаний, измерений и применять их на практике, анализировать,	<p>–Знать методы планирования, подготовки и проведения исследований, наблюдений, испытаний, измерений и применять их на практике, анализировать, обрабатывать и</p>	лекции, самостоятельная работа, практические занятия	УО, зачет	<p><b>Базовый уровень</b> - В целом успешное, но не полное знание методов планирования и проведения экспериментов, анализ и обработка полученных результатов</p>

	<p>обрабатывать и представлять результаты.</p>	<p>представлять результаты</p> <p><b>Уметь</b> применять на практике методы планирования, подготовки и проведения исследований, наблюдений, испытаний, измерений, обрабатывать и анализировать полученные результаты.</p> <p><b>Владеть</b> методологией планирования и проведения экспериментов, обработкой и анализом полученных результатов</p>			<p style="text-align: center;"><b>Повышенный уровень</b></p> <p style="text-align: center;">- Успешное и полное знание методов планирования и проведения экспериментов, анализ и обработка полученных результатов</p>
--	--	--	--	--	---

**Перечень оценочных средств по дисциплине  
«Прикладная термодинамика и кинетика в металлургии»**

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
2	Устный опрос (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
3	Билеты для зачета	Средство проверки знаний, умений, навыков. Может включать комплекс теоретических и практических вопросов и заданий,	Билеты. Шкала оценивания и процедура применения.

В курсе лекций преподается постоянно обновляемый материал, заимствованный из различных источников – научных статей, монографий, и т.д., что позволяет сочетать теоретический материал с актуальными практическими примерами, пробуждая у студентов интерес к усвоению знаний.

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки студентов составляют практические занятия. Они направлены на более глубокое усвоение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений.

В течение семестра осуществляется текущий контроль освоения дисциплины в форме устного опроса по тематике предшествующих занятий.

Оценочные средства составляются преподавателем самостоятельно при ежегодном обновлении банка средств. Количество вариантов зависит от числа обучающихся.

В процессе обучения используются оценочные средства рубежного контроля успеваемости и промежуточных аттестаций, а также следующие виды самостоятельной работы:

–чтение рекомендуемой литературы при подготовке к лекционным, практическим занятиям;

–рефераты, доклады на СНТК.

Планирование времени на самостоятельную работу студентам лучше осуществлять на весь семестр и предусматривать регулярное повторение пройденного учебного материала.

Для углубленного изучения рекомендуется использовать издания, указанные в списке дополнительной литературы.

Для расширения знаний следует использовать также сведения, полученные из Интернет-источников на соответствующих сайтах, а также

проводить поиск в различных системах, таких как Yandex, Rambler, и пользоваться специализированными сайтами, рекомендованными преподавателем на лекционных занятиях.

Кафедра располагает базой тестовых материалов для проведения промежуточных и итоговых аттестаций в рамках дидактических единиц содержания дисциплины.

**Фонд тестовых заданий** для проведения промежуточного и итогового контроля приведен выше в тексте программы.

### **Билеты для зачета**

– назначение: используются для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Прикладная термодинамика и кинетика в металлургии»; в билет включены вопросы по тематике лекций (теоретические вопросы) и по практическим занятиям (семинары) – небольшие задачи.

Перечень вопросов для зачета **40** (прилагается).

Регламент зачета: - время на подготовку тезисов ответов – до 20 мин;

- способ контроля: устные ответы.

Оценка «**Зачтено**» – если студент твердо знает программный материал, грамотно и по существу его излагает, не допускает существенных неточностей в ответах на вопросы.

Оценка «**Не зачтено**» – если студент не знает значительной части программного материала, допускает серьезные ошибки.

## Вариант билета для зачета

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

### «МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» (МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения, кафедра «Металлургии»  
Дисциплина «**Прикладная термодинамика и кинетика в металлургии**»  
программа **22.04.02** Металлургия «Инновации в металлургии»  
Курс **2**, группа \_\_\_\_\_, форма обучения заочная

#### БИЛЕТ № 1

#### Вопросы:

1. **Первый закон термодинамики и его математическое выражение.**
2. **Рассчитать количество теплоты (кДж), необходимое для нагрева 2 кг воды от её температуры замерзания до температуры кипения (100°C) (Удельная теплоемкость воды равна 4200 Дж/(кг•К)).**

Утверждено на заседании кафедры 29 декабря 2020 г., протокол № 4.

Зав. кафедрой  / А.В. Шульгин

#### Перечень вопросов для зачета

1. Стационарный и нестационарный поток газа. Равновесные и неравновесные процессы.
2. Основные термодинамические параметры системы.
3. Понятие энтропии и ее физический смысл.
4. Основные термодинамические процессы и их характеристика.
5. Первый закон термодинамики и его математическое выражение.
6. Взято по одному молю гелия, неона и азота при одинаковых температурах. У какого газа внутренняя энергия самая большая?
7. При изотермическом расширении от  $V_1$  до  $V_2$  один моль кислорода совершил работу 5 кДж. Какое количество теплоты он при этом получил?

8. При адиабатном расширении идеальный газ совершил работу 300 Дж. Как изменилась при этом внутренняя энергия этого газа.
9. При изохорном нагреве на 50 К идеальный газ получил 2 кДж теплоты. Какую работу совершил идеальный газ (Дж)?
10. Какова величина работы (Дж) при изохорном нагреве одного моля идеального газа на 20 К?
11. Какой тепловой процесс изменения состояния газа происходит без обмена теплотой между рабочим телом и окружающей средой?
12. Связь между параметрами в изотермическом и изохорном процессах.
13. Связь между параметрами в изобарном и адиабатическом процессе.
14. От каких параметров зависит внутренняя энергия системы и как ее можно изменить?
15. Рассчитать количество теплоты (кДж), необходимое для нагрева 2 кг воды от её температуры замерзания до температуры кипения (100°C) (Удельная теплоемкость воды равна 4200 Дж/(кг•К)).
16. Какое количество теплоты надо затратить для расплавления 3 кг льда, взятого при температуре 0°C (удельная теплота плавления льда равна 330 кДж/кг)?
17. Смешали 30 л воды при 10°C и 50 л воды с температурой 50°C. Чему равна температура смеси?
18. В процессе изохорного нагрева газ получил 10 МДж теплоты. Чему равно изменение внутренней энергии газа?
19. Законы Бойля – Мариотта и Гей–Люссака.
20. Уравнение состояния идеального газа.
21. Тепловой двигатель за один цикл работы получает от нагревателя 100 кДж теплоты, а отдает холодильнику 60 кДж. Чему равен его КПД в процентах?
22. Чему равно количество теплоты (кДж), необходимо для нагрева 2 кг воды от температуры 20°C до температуры кипения  $t=100^\circ\text{C}$ ? (удельная теплоемкость воды равна 4,187 Дж/(кг•К)).
23. В каком процессе изменение состояния рабочего тела при переходе его из состояния 1 в состояние 2 не сопровождается теплопередачей?
24. В каком термодинамическом процессе не может совершаться работа против внешних сил при переходе тела из состояния 1 в состояние 2?
25. Энтальпия как параметр состояния системы. Физический смысл.

26. Какое количество теплоты надо затратить для расплавления 2 кг нафталина, взятого при температуре  $0^{\circ}\text{C}$  (удельная теплота плавления равна  $151 \text{ кДж/кг}$ )?
27. В процессе изохорного нагрева газ получил  $10 \text{ МДж}$  теплоты. Чему равно изменение его внутренней энергии?
28. Цикл Карно в  $P$ - $V$   $T$ - $S$  координатах. КПД цикла.
29. Как меняется термический КПД цикла Отто в зависимости от степени сжатия?
30. Из каких процессов состоит теоретический цикл Отто?
31. Как осуществляется подвод теплоты в цикле Дизеля?
32. Из каких процессов состоит теоретический цикл Дизеля?
33. Как осуществляется отвод тепла в цикле Отто?
34. При каких параметрах следует сравнивать эффективность двигателей ДВС
35. При каком процессе работа сжатия воздуха в компрессоре наибольшая?  
Наименьшая?
36. Диаграммы одноступенчатого и многоступенчатого компрессора.
37. Что представляет собою сопло Лавалья?
38. Движение газа через дроссель
39. Как меняются параметры газа при дросселировании?
40. Эффект Джоуля-Томпсона. Температура инверсии.