Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 14.09.2023 10:50:38
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac1e0a1b0ffe7423d35e1b8ac0b

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
Московский политехнический университет

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения

_____ / Е.В. Сафонов /

«_02_» _____09_____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕПЛОФИЗИКА

Направление подготовки

22.03.02 Металлургия

Профиль подготовки

Инновации в металлургии

Квалификация выпускника

Бакалавр

Форма обучения

Очно-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 «Теплофизика» согласована и утверждена на заседании кафедры «Металлургия»

«25» 06 2021 г., протокол № 12-06

Заведующий кафедрой _____/Шульгин А.В. /

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

_____ / Хламкова О.Ю.

«1» 09 2021 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета машиностроения

«02» 09 2021 г., протокол № 9-21

Председатель комиссии _____/А.Н. Васильев/

Присвоен регистрационный номер:	22.04.02.03/11.2021

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Основная цель освоения дисциплины «Теплофизика» − 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 «Теплофизика» следует отнести:

- ☐ ознакомление студентов с основными процессами нагрева перед пластической деформацией и термической обработкой металла;
- ☐ формирование знаний технологических схем производства черных металлов. В области металлургического производства курс охватывает круг вопросов, связанных с качеством металлопродукции. Рассматриваются вопросы качественного нагрева металла. Отдельно уделяется внимание новому оборудованию, обеспечивающему быстрый и равномерный нагрев металлопродукции перед обработкой давлением и с целью проведения термической обработки, и производится сравнение его с оборудованием, известным в металлургии;
- ☐ освоение методик расчета нагрева металлопродукции сложной формы и умение их практического применения к реальным теплотехническим процессам металлургии;
- ☐ подготовка студентов к производственной, проектно-конструкторской и исследовательской деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по данному направлению.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Теплофизика» относится к числу профессиональных учебных дисциплин базовой части (Б.1.1) основной образовательной программы бакалавриата.

Дисциплина «Теплофизика» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

– Химия;
– Математика;
– Физика;

– Металлургическая теплотехника
–механика сплошных сред;
– Нагрев и нагревательные устройства в прокатном производстве;
– сновы методики научных исследований;
– Методы контроля качества

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

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

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-1	Способностью решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания	− **знает:** основы истории, философии, математики, физики, химии, информационно-коммуникационных технологий, инженерной и компьютерной графики − **умеет:** решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования − **имеет навыки**: решения задач профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетных единицы, т.е. **108** академических часов (из них **72** часа – самостоятельная работа студентов), в том числе лекции – **18** час, лабораторные занятия– **18** час.

Структура и содержание дисциплины «Теплофизика» по срокам и видам работы приведены в Приложении 1.

Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Основы положения термодинамики

Основные понятия термодинамики: термодинамическая система, термодинамические параметры. Первое и второе начало термодинамики. Термодинамические процессы. Круговые процессы. Циклы газо- и паротурбинных установок.

Тема 2. Основы теории теплообмена.

Общая характеристика и основные задачи *теории теплопроводности* Закон Фурье. Постановка задачи теплопроводности. Теплопроводность при стационарном и нестационарном режиме. Передача тепла теплопроводностью через одно- и многослойные стенки при граничных условиях I и Ш-его рода.

Конвективный тепло- и массообмен.

Вынужденная и естественная конвекция. Задачи расчета конвективной тепло- и массоотдачи. Основные уравнения конвективного тепло- и массопереноса. Конвективная тепло- и массоотдача при вынужденном движении в случае ламинарного и турбулентного движения. Формирование пограничного слоя при различных режимах движения. Конвективная теплоотдача при установившемся движении жидкости в трубах и каналах. Конвективная тепло- и массоотдача при свободном движении жидкости. Основы теории подобия. Применение теории подобия для исследования процессов конвективной тепло- и массоотдачи. Критериальные уравнения для расчетов конвективной теплоотдачи.

Передача тепла излучением (радиационный теплообмен).

Основные понятия, определения и законы радиационного теплообмена. Расчеты радиационного теплообмена в системе тел, разделенных диатермической средой, в системах с произвольным расположением поверхностей, Радиационные свойства поглощающей и излучающей среды. Понятие «серого» и селективного излучения, излучение газов. Степень черноты. Расчеты радиационного теплообмена между поверхностями, разделенными излучающе-поглощающей газовой средой. Коэффициент излучения и его физический смысл. Сложный теплообмен. Теплоэнергетические установки в металлургии.

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Теплофизика» 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 и промежуточных зачетов.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Теплофизика» и в целом по дисциплине составляет около 30% времени аудиторных занятий.

Занятия лекционного типа составляют около 50% 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 теплофизики и теплоэнергетики, 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 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 промежуточные аттестации.

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

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

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать:
ОПК-1	**Способностью** решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания

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

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

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

ОПК-1: Способность решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирован математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
знает: основы истории, философии, математики, физики,	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или	Обучающийся **демонстрирует не полное соответствие**	Обучающийся **частично владеет** знаниями в области	Обучающийся **владеет** знаниями в области осно истории, философии,

химии, информационно-коммуникационных технологий, инженерной и компьютерной графики – **умеет:** решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования – **имеет навыки**: решения задач профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания.	недостаточное соответствие следующих знаний: истории, философии, математики, физики, химии, информационно-коммуникационных технологий, инженерной и компьютерной графики; **не умеет** или в недостаточной мере может: решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования; **не имеет навыков**: решения задач профессиональной деятельности	**следующих знаний**: истории, философии, математики, физики, химии, информационно-коммуникационных технологий, инженерной и компьютерной графики, допуская ошибки и погрешности. Обучающийся **демонстрирует не полное умение** решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования, допуская ошибки и трудности перехода на нестандартные ситуации; **имеет недостаточные навыки** решения задач профессиональной деятельности, испытывает трудности решения задач применительно к новому оборудованию.	основ истории, философии, математики, физики, химии, информационно-коммуникационных технологий, инженерной и компьютерной графики, допуская в их трактовке небольшие ошибки и погрешности Обучающийся **демонстрирует достаточное умение** решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования, допуская незначительные ошибки и трудности перехода на нестандартные ситуации; **имеет навыки**: решения задач профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания, испытывая затруднения решения задач для нового оборудования	математики, физики, химии, информационно-коммуникационных технологий, инженерной компьютерной графики, свободно оперирует приобретенными знаниями; **умеет** решать профессиональные задач с применением естественнонаучных и общеинженерных знани методов математическо анализа и моделировани **имеет навыки** решения задач профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализ естественнонаучные и общеинженерные знани Свободно оперирует приобретенными навыка и умениями.

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме **экзамена** проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом

учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «Отлично», «Хорошо», «Удовлетворительно» или «Неудовлетворительно».

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

Шкала оценивания	**Описание**
«Отлично»	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
«Хорошо»	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, но достаточное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблице показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.
«Удовлетворительно»	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
«Неудовлетворительно»	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенных в таблице показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонды оценочных средств, представлены в Приложении 2 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Металлургическая теплотехника [электронный ресурс]: электрон. учебн. -метод. комплекс дисциплины / Тинькова С.М. и др. Сиб. федерал. ун-т. – Красноярск: ИПК СФУ, 2007. – on-line. URL: http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/62/ (дата обращения 05.09.2017). –

Режим доступа: свободный.

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.

3. Луканин В.Н. и др. Теплотехника. М., Высшая школа, 2008 – 671 с.

2. Шатров М.Г. В.Н. и др. Теплотехника. М., Академиздат, 2012 – 288 с.

4. Луканин В.Н. и др. Теплотехника. М., Высшая школа, 2008 – 288 с.

б) дополнительная литература:

1. А.А. Шейпак и др. Термодинамика и теплообмен: практикум. М., МГИУ, 2012 – 223 с.

1. Цветков Ф.Ф. и др. Задачник по тепломассообмену. М., Изд. дом МЭИ, 2010 – 186 с.

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

3. Круглов Г.А. и др. Теплотехника. [Электронный ресурс]− Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2017 –384 с. – Режим доступа: htt://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
и на Металлургическом портале MetalSpace.ru

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория и лаборатории кафедры «Металлургия» ав1204, ав1205, ав1206, ав1206а оснащены стендами и наглядными пособиями, лабораторной и экспериментальной оснасткой, контрольно-измерительными приборами, компьютерной и проекторной техникой, современным программным обеспечением. Их применение позволяет вести полноценный учебный процесс, проводить лабораторные и практические занятия, а также заниматься с участием студентов компьютерным моделированием процессов и объектов в металлургии, прививая обучающимся навыки к самостоятельной научно-исследовательской деятельности.

Лекционные занятия проводятся с использованием мультимедийной техники, для чего используется портативный компьютер и мультимедиа-проектор. Иллюстративный материал готовится с использованием программ PowerPoint и отображается в процессе чтения лекций.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Для максимальной индивидуализации деятельности студента, учебным планом предусматривается время для самостоятельной работы.

Среди основных видов самостоятельной работы традиционно выделяют: творческую деятельность студента в аудитории, при внеаудиторных контактах с преподавателем на консультациях и домашней подготовке к лекциям, семинарским и лабораторным занятиям, зачетам и экзаменам, презентациям и докладам; написание рефератов, выполнение лабораторных и контрольных работ; участие в научной работе и пр.

Цель самостоятельной работы студента – осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою профессиональную квалификацию.

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

Для более углубленного изучения рекомендуется использовать издания, указанные в списке дополнительной литературы и Интернет-ресурсы.

Для расширения знаний следует использовать сведения, полученные из Интернет-источников на соответствующих сайтах, а также проводить поиск в различных системах, таких как Yandex, Rambler, и пользоваться специализированными сайтами, такими как www.anticor.ru, http://www.naukaran.ru, http://www.maik.ru и другими, рекомендованными преподавателем на лекционных занятиях.

10. Методические рекомендации для преподавателя

При организации учебных занятий (лекций, семинаров, практических занятий, лабораторных, самостоятельных и выпускных работ, а также курсового проектирования) следует использовать элементы интерактивного обучения на всех этапах для вовлечения студентов в процесс познания. Для этого целесообразно использовать следующие формы:

– диалоговое обучение, в ходе которого осуществляется взаимодействие преподавателя и студента;

– моделирование, то есть воспроизведение в условиях обучения по данной дисциплине процессов, происходящих в реальности;

– компьютеризация обучения для интенсификации и расширения возможностей образовательного процесса;

– использование наглядных средств: стенды с комплектом учебно-методической литературы, плакаты по темам, натурные образцы, мультимедийные системы, картотеку учебных видеослайдов и видеофильмов и др.

Аннотация программы дисциплины «Теплофизика»

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 тепло- и массопереноса в металлургических агрегатах;

– формирование знаний технологических схем организации условий нагрева металла перед обработкой давлением и термообработкой. В области металлургического производства курс охватывает круг вопросов, связанных с сокращением удельных затрат энергии и минимизации выброса вредных

веществ. Отдельно уделяется внимание вопросам энергоснабжения тепловых агрегатов с целью оптимизации процессов сжигания топлива.

– освоение методик расчета металлургических печей для нагрева под прокатку и с целью термической обработки металлопродукции 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 «Теплофизика» относится к базовой части обязательных дисциплин цикла Б.1.1

Ее изучение базируется на следующих дисциплинах:

−Математика,

−Физика,

−Химия.

Дисциплина обеспечивает изучение дисциплин:

−Оборудование и автоматизация металлургических производств;

− Металлургическая теплотехника;

− Нагрев и нагревательные устройства.

− Моделирование технических объектов.

Знания и практические навыки, полученные из курса «Теплофизика», используются при изучении естественно-научных дисциплин, а также при выполнении курсовых и выпускных квалификационных работ.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

В результате изучения дисциплины «Теплофизика» студенты должны:

знать:

−методы и приемы поиска необходимой информации в области металлургии с использованием современных электронных библиотек и ресурсов сети Интернет; основные 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 документов по 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
		4
Общая трудоемкость	**108 (3 з.е.)**	**108 (3 з.е.)**
Аудиторные занятия (всего)	**36**	**36**
В том числе		
лекции	**18**	
Практические занятия	**нет**	**нет**
Лабораторные занятия	**18**	**18**
Самостоятельная работа	**72**	**72**
Курсовая работа	**нет**	**нет**
Курсовой проект	**нет**	**нет**
Вид промежуточной аттестации	**Экзамен**	

Приложение 1.

Структура и содержание дисциплины «**Теплофизика**» по направлению подготовки

22.03.02 Металлургия Профиль: «**Инновации в металлургии»**
(бакалавриат)

n/n	**Раздел**	**Семестр**	**Неделя семестра**	**Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах**					**Виды самостоятельной работы студентов**					**Формы аттеста-ции**	
				Л	**П/С**	**Лаб.**	**СР. С**	**КСР**	**К.Р.**	**К.П.**	**РГР**	**Реферат**	**К/р**	**Э**	**З**
1.	**Тема 1. Основные положения термодинамики** 1.1 Термодинамическая система, термодинамические параметры, первое и второе начало термодинамики. Термодинамические процессы.	4	2	2		2	15								
2.	1.2. Круговые процессы. Циклы газо- и паротурбинных установок. Дросселирование газов и паров.	4	4	2											
3.	**Тема 2. Основы теории теплообмена.** 2.1 Перенос тепла и массы. Принцип тройной аналогии. Основные понятия теплопроводности, постулат Фурье,	4	6	2		2	10								

	дифференциальное уравнение теплопроводности. Стационарная теплопроводность. Решение задач стационарной теплопроводности при граничных условиях I, П и Ш – его рода.														
4.	2.2 Нагрев и охлаждение тел. Нестационарная теплопроводность. Решение дифференциального уравнения теплопроводности при граничных условиях I и II и Ш-его рода. Графики Будрина.	4	8	2		2	15								
5.	2.3 Передача тепла конвекцией Основные понятия и определения. Физические свойства газов и жидкостей. Основы теории подобия. Теоремы подобия.	4	10	2		2	15								
6.	2.4 Основы теории подобия. Критериальные зависимости конвективного теплообмена, их получение и использование в инженерных расчетах.	4	12	2		2									
7.	2.5.Теплообмен излучением Основные законы излучения. Степень черноты. Излучение и поглощение тепла газами.	4	14	2		2	17								

8.	2.6 Лучистый теплообмен в системах тел, разделенных диатермической и поглощающей средой.	4	16	2		2									
9.	2.7 Угловые коэффициенты. Сложный теплообмен. Расчеты сложного тепло-обмена.	4	18	2		2									
	Итого	4	18	18		18	72							+	

Зав. кафедрой «Металлургия» доцент, к.т.н. _____ А.В. Шульгин

Приложение 2 к рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
Московский политехнический университет

Направление подготовки: 22.03.02

МЕТАЛЛУРГИЯ

ОП (профиль): «Инновации в металлургии»

Форма обучения: очно-заочная

Вид профессиональной деятельности: (согласно ФГОС + ВО)

Кафедра: **Металлургия**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ТЕПЛОФИЗИКА

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Описание оценочных средств:
- вариант экзаменационного билета;
- перечень вопросов для экзаменационных билетов;
-перечень вопросов для коллоквиумов, собеседования;

Москва 2021

Приложение 2

Таблица 1 − ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

ТЕПЛОФИЗИКА					
ФГОС ВО **22.03.02 «Металлургия»**					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **компетенции**:					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
ИНДЕКС	**ФОРМУЛИРОВКА**				
ОПК-1	**Способность** решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания	**- Знает:** основы истории, философии, математики, физики, химии, информационно-коммуникационных технологий, инженерной и компьютерной графики; **− умеет:** решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования **− имеет навыки**: решения задач профессиональной деятельности,	лекции, самостоятельная работа, семинарские занятия	К, УО.	**Базовый уровень**: − владеет основными законами физики; химии, математики, структурой локальных и глобальных компьютерных сетей; принципами реализации и функционирования информационных технологий. **Повышенный уровень**: − владеет навыками решения задач в профессиональной области, разработки электронных документов с применением стандартных программных

		применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания			пакетов при решении математических задач в своей области.

**- Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 2 к РП.

Приложение А

Перечень оценочных средств по дисциплине «Теплофизика»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Коллоквиум (К)	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования педагогического работника с обучающимися.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2	Устный опрос собеседование, (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся по темам, изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение глубины и объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины

Приложение Б

Оформление и описание оценочных средств

1. Экзаменационные билеты

1. Назначение: используются для проведения промежуточной аттестации по дисциплине

«Теплофизика»

2. В билет включено три задания:

Задание 1. Вопрос для проверки теоретических знаний в области теплопроводности.

Задание 2. Вопрос для проверки знаний в области термодинамики или конвективной теплоотдачи;

Задание 3. Вопрос для проверки знаний в области радиационного теплообмена

3. Комплект экзаменационных билетов включает 20 билетов.

4. Регламент экзамена: - время на подготовку тезисов ответов – до 40 мин;

- способ контроля: устные ответы.

5. Шкала оценивания:

«Экзамен» оценивается по четырехуровневой системе.

Оценка «**Отлично**» – если студент глубоко и прочно освоил весь материал программы обучения, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при изменении задания, свободно справляется с задачами и практическими заданиями, правильно обосновывает принятые решения.

Оценка «**Хорошо**» – если студент твердо знает программный материал, грамотно и по существу его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий.

Оценка «**Удовлетворительно**» – если студент освоил только основной материал программы, но не знает отдельных тем, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность изложения программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий.

Оценка «**Неудовлетворительно**» – если студент не знает значительной части программного материала, допускает серьезные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические задания.

Каждое задание экзаменационного билета оценивается отдельно. Общей оценкой является среднее значение, округленное до целого значения.

Вариант экзаменационного билета:

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Московский политехнический университет
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

Факультет машиностроения, кафедра «Металлургия»
Дисциплина «Теплофизика».
Образовательная программа 22.03.02 Металлургия. ОП «Инновации в металлургии»
Курс 2, семестр 4

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. **Передача тепла конвекцией. Основы теории подобия.**
2. **Принципы расчета потерь тепла теплопроводностью кладкой печи.**
3. **Излучение газов. Определение степени черноты продуктов горения топлива.**

Утверждено на заседании кафедры 29 декабря 2016 г., протокол № 4

2. Перечень вопросов для экзамена

по дисциплине **«Теплофизика»**

(наименование дисциплины)

Основные положения термодинамики.

1. Термодинамическая система. Термодинамические параметры. Понятие локального термодинамического равновесия.
2. Уравнение состояния идеального газа. Простейшие термодинамические процессы.
3. Сущность первого начала термодинамики. Закон превращения и сохранения энергии.
4. Второе начало термодинамики.
5. Термодинамические процессы и циклы.
6. Обратимые циклы.
7. Цикл Карно.
8. Компрессоры. Одно- и многоступенчатые компрессоры.
9. Поршневые двигатели внутреннего сгорания. Принцип работы.
10. Цикл с подводом тепла при постоянном давлении.
11. Цикл с подводом тепла при постоянном объеме.
12. Цикл со смешанным подводом тепла.
13. Истечение и дросселирование газов и паров

Передача тепла теплопроводностью.

14. Основные понятия теплопроводности: температурное поле, градиент температуры, вектор плотности теплового потока, коэффициент теплопроводности.
15. Дайте определение понятию «теплоотдача». Понятию «теплопередача». Размерность величин и их физический смысл.
16. Дайте определение понятию «плотность теплового потока». Сформулируйте постулат Фурье.
17. С какой целью формулируются условия однозначности и какие группы величин задают в них?
18. Начальные и граничные условия. Что задается в граничных условиях 1-ого, 2-ого и 3-его рода?
19. Какой процесс переноса тепла называется стационарным? Нестационарным?
Каким дифференциальным уравнением описывается стационарный режим теплопроводности и как получить это уравнение?
20. Как изменяется температура по толщине бесконечной пластины при стационарном режиме теплопроводности? Привести математическую запись распределения температуры по толщине стенки.
21. Что такое суммарное тепловое сопротивление многослойной стенки и чему оно равно?
22. Тепловой поток через бесконечную пластину при стационарных условиях при задании граничных условий 1-го и 3-его рода.
23. Как изменяется температура в стенке длинной трубы при стационарном режиме теплопроводности?

24. Линейная плотность теплового потока Q_L . Известно, что при стационарном режиме теплопроводности плотность теплового потока через цилиндрическую стенку не остается величиной постоянной. Объясните этот факт.
25. Чему равно внутреннее линейное сопротивление цилиндрической стенки? Наружное термическое сопротивление цилиндрической стенки?
26. Критический диаметр изоляции. Объясните его существование для цилиндрической стенки.
27. Нагрев и охлаждение металла. Прогреваемая толщина металла. Термически «тонкие» и термически «массивные» тела.
28. Чему равен критерий Био? Физический смысл этого критерия; его роль в расчетах нестационарной теплопроводности.

Передача тепла конвекцией

29. Вынужденная и свободная конвекция.
30. Основы теории подобия. Теоремы подобия.
31. Физический смысл коэффициента теплоотдачи конвекцией. Какой критерий содержит эту величину?
32. Каковы особенности свободной конвекции в ограниченном и неограниченном пространстве?
33. Каковы особенности течения жидкости (газа) в трубах и как выбрать уравнение, описывающее теплоотдачу конвекцией в этом случае?
34.Критериальные уравнения, описывающие свободную и вынужденную конвекцию. принципиальная разница между обеими группами уравнений?
35. Основы теории подобия Теоремы подобия.
36. Вынужденная конвекция и уравнения, описывающие этот процесс.
37. Критерии подобия и способы их получения. Привести пример.
38. Теплоотдача конвекцией при омывании газом пучка труб.

Передача тепла излучением

39.Тепловое излучение. Свойства излучения. Виды лучистых потоков. Угловая плотность излучения. Яркость излучения.
40. Закон сохранения энергии для плотностей лучистых потоков.
41. Степень черноты тела. В каком случае степень черноты тела равна его поглощательной способности?
42. Законы теплового излучения: закон Планка, закон смещения Вина, закон Кирхгофа и следствия из него, закон косинусов Ламберта.
43. Теплообмен излучением в системе двух бесконечных плоскопараллельных тел, разделенных диатермической средой. Теплообмен излучением при наличии экранов.
44. Геометрические свойства лучистых потоков. Элементарный, локальный и средний угловой коэффициент

44. Излучение газов. Определение степени черноты газового слоя.

45. Закон Бугера-Бера.

46. Коэффициент теплоотдачи излучением и способы его определения.

47. Теплопередача излучением в системе тел, разделенных лученепрозрачной средой.

48. Эффективная толщина излучающего газового слоя и способ ее определения.

49. Графический метод определения степени черноты излучающего газового слоя.

50. Результирующий, эффективный, собственный лучистые тепловые потоки

3. Перечень вопросов для коллоквиумов, собеседований

1. Передача тепла теплопроводностью

– Принципы расчета потерь тепла через футеровку промышленных печей.
– Коэффициент теплопроводности, зависимость от температуры, распределение температуры по толщине кладки.
– Особенности протекания процесса в цилиндрических стенках. Критический диаметр изоляции.
– Теплопроводность при граничных условиях Ш-его рода.
– Пути снижения потерь тепла футеровкой промышленных агрегатов.

2. Механизмы переноса тепла и массы за счет конвекции

– Роль конвективного переноса тепла и массы в промышленных печах.
– Теория подобия и моделирования теплообменных процессов.
– Экспериментальные исследования в области конвективного теплообмена.
– Критериальные уравнения тепло- и массопереноса конвекцией и способы их получения.
– Математическое описание свободной и вынужденной конвекции.

3. Радиационный теплообмен *(ПК-4, ПК-5)*

– Излучение твердых тел. Понятие степени черноты.
– Излучение газов.
− Перенос тепла излучением в системах тел, разделенных диатермической средой.
− Излучающе-поглощающая газовая среда, определение ее степени черноты.
− Перенос тепла излучением в системах произвольно расположенных тел, разделенных газовой средой. Угловые коэффициенты
− Сложный теплообмен.

Критерии оценки:

При **текущем контроле знаний (коллоквиумы, собеседования)** студента по системе «Зачет» оцениваются знания и умения в устных и письменных ответах студентов на семинарах, коллоквиумах. При этом учитывается: глубина знаний, их полнота и владение необходимыми умениями (в объеме учебной программы); осознанность и самостоятельность применения знаний и способов учебной деятельности, логичность изложения материала, включая обобщения, выводы (в соответствии с заданным вопросом), соблюдение норм литературной речи.

«Зачет» оценивается по двухуровневой системе.

«**Зачтено**» – выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

«**Не зачтено**» – не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.