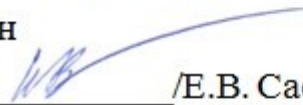


Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 13.09.2023 15:44:17
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан



/Е.В. Сафонов/

«20» июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теплофизика»

Направление подготовки
22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

ОП (профиль): **«Инновации в металлургии»**

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очно-заочная

Москва 2020 г.

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 (системе отопления печей), 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 металлургическим процессам;
- 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:

В базовой части цикла обязательных дисциплин (Б.1.1):

- Химия,
- Математика,
- Физика.
- Металлургическая теплотехника

В вариативной части цикла обязательных дисциплин (Б.1.2):

- Механика сплошных сред;
- Нагрев и нагревательные устройства в прокатном производстве;

В вариативной части цикла дисциплин по выбору (Б.1.3):

- Основы 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 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
ПК-4	готовностью использовать основные понятия, законы и модели, термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы	знать: <ul style="list-style-type: none">– основные законы термодинамики и теплофизики, положения информатики, дающие возможность использования информационно-коммуникационных технологий для практической поддержки технических решений уметь: <ul style="list-style-type: none">– 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; владеть: <ul style="list-style-type: none">– основными методами сбора и переработки информации при создании автоматизированной системы управления теплотехническим процессом.
ПК-5	способностью выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов	знать: <ul style="list-style-type: none">– основные физические процессы при нагреве и охлаждении металла;– основы моделирования теплотехнических процессов;– способы и методы оптимизации тепловых и технологических процессов; уметь: <ul style="list-style-type: none">– оценивать возможности математического моделирования для реализации технологических процессов.– использовать базы данных Интернет-ресурсов владеть: <ul style="list-style-type: none">– математическим аппаратом для моделирования теплообменных процессов;– основами физико-химических процессов, протекающих в металлургических агрегатах

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, термодинамическая система, 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*. Дифференциальное уравнение теплопроводности и постановка задачи теплопроводности. Теплопроводность при стационарном и нестационарном режиме. Передача тепла теплопроводностью через одно- и многослойные стенки при граничных условиях I и III-го 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 пограничных слоев. 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 28% 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:
ПК-4	готовностью использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы.
ПК-5	способностью выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов.

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), описание шкал оценивания

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

ПК-4: готовность использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, теплотехники, переноса тепла и массы				
Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
знать: – основные законы термодинамики и теплофизики, положения информатики, дающие возможность использования информационно-коммуникационных технологий для практической поддержки технических решений	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: <u>Основы термодинамики и теплофизики, положения информатики для практической поддержки технических решений. при выборе параметров управления теплотех-</u>	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: <u>основы термодинамики и теплофизики, положения информатики для практической поддержки технических решений. при выборе параметров управления теплотехническим процес-</u> Допускаются значительные ошибки, проявляется	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующим знаниям: <u>основы термодинамики и теплофизики, положения информатики для практической поддержки технических решений. при выборе параметров управления теплотехническим процессом.</u>	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующим знаниям: <u>основы термодинамики и теплофизики, положения информатики для практической поддержки технических решений. при выборе параметров управления теплотехническим процес-</u>

	<i>ническим процессом.</i>	недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации	но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях	<i>сом.</i> Свободно оперирует приобретенными знаниями
уметь: – 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	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: <u>формулировать и решать теплофизические задачи, проводить оценку эффективности использования современных вычислительных средств при решении теплотехнических задач металлургии. Не использует навыки проектирования баз данных.</u>	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: <u>формулировать и решать теплофизические задачи, проводить оценку эффективности использования современных вычислительных средств при решении теплотехнических задач металлургии. Использование проектных данных при разработке информационных систем.</u> Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующим умениям: <u>формулировать и решать теплофизические задачи, проводить оценку эффективности использования современных вычислительных средств при решении технологических задач металлургии. Использование проектных данных при разработке информационных систем.</u> Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических прогнозах, переносе умений на новые, нестандартные ситуации	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующим умениям: <u>формулировать и решать теплофизические задачи, проводить оценку эффективности использования современных вычислительных средств при решении технологических задач металлургии. Использование проектных данных при разработке информационных систем.</u> Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: – основными методами сбора и переработки информации при создании автоматизированной системы управления теплотехническим процессом.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет: <u>методами сбора и переработки информации при создании автоматизированной системы управления теплотехническим процессом</u>	Обучающийся слабо владеет: <u>методами сбора и переработки информации при создании автоматизированной системы управления теплотехническим процессом,</u> допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях	Обучающийся частично владеет: <u>методами сбора и переработки информации при создании автоматизированной системы управления технологическим процессом,</u> навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации	Обучающийся в полном объеме владеет: <u>методами сбора и переработки информации при создании автоматизированной системы управления технологическим процессом,</u> свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности

ПК-5: способность выбирать и применять, соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов

Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
Знать – основные физические процессы при нагреве и охлаждении металла; – основы моделирования теплотехнических процессов; – способы и методы оптимизации тепловых процессов;	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: <u>основных физических процессов в тепловых агрегатах металлургии, основами моделирования теплотехнических процессов, способов и методов оптимизации работы тепловых агрегатов</u>	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: <u>основных физических процессов в тепловых агрегатах металлургии, основами моделирования теплотехнических процессов, способов и методов оптимизации работы тепловых агрегатов</u> Допускаются значитель-	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующим знаниям: <u>основных физических процессов в тепловых агрегатах металлургии, основами моделирования теплотехнических процессов, способов и методов оптимизации работы</u>	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующим знаниям: <u>основных физических процессов в тепловых агрегатах металлургии, основами моделирования теплотехнических процессов, способов и методов оптимизации работы</u>

	<u>тимизации работы тепловых агрегатов</u>	ные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации	<u>тепловых агрегатов</u> но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях	<u>тепловых агрегатов</u> свободно оперирует приобретенными знаниями
уметь: –оценивать возможности математического моделирования для реализации технологических процессов –использовать базы данных Интернет-ресурсов	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: <u>проводить оценку эффективности использования современных вычислительных средств при решении теплотехнических задач металлургии. Использовать базы данных Интернет-ресурсов</u>	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: <u>проводить оценку эффективности использования современных вычислительных средств при решении теплотехнических задач металлургии. Использовать базы данных Интернет-ресурсов</u> Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующим умениям: <u>проводить оценку эффективности использования современных вычислительных средств при решении теплотехнических задач металлургии. Использовать базы данных Интернет-ресурсов</u> Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических прогнозах, переносе умений на новые, нестандартные ситуации	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующим умениям: <u>проводить оценку эффективности использования современных вычислительных средств при решении теплотехнических задач металлургии. Использовать базы данных Интернет-ресурсов</u> Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности
владеть: – математическим аппаратом для моделирования теплообменных процессов; – основами физико-химических процессов, протекающих в металлургических агрегатах	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет: <u>математическим аппаратом для моделирования теплообменных процессов; основами физико-химических процессов, протекающих в металлургических агрегатах.</u>	Обучающийся слабо владеет: <u>математическим аппаратом для моделирования теплообменных процессов; основами физико-химических процессов, протекающих в металлургических агрегатах.</u> Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях	Обучающийся частично владеет: <u>математическим аппаратом для моделирования теплообменных процессов; основами физико-химических процессов, протекающих в металлургических агрегатах.</u> навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации	Обучающийся в полном объеме владеет: <u>математическим аппаратом для моделирования теплообменных процессов; основами физико-химических процессов, протекающих в металлургических агрегатах.</u> свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности

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 правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах 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 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.

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.

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

3. 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>

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>

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 практическим 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 про-

цесс 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.

	дифференциальное уравнение теплопроводности. Стационарная теплопроводность. Решение задач стационарной теплопроводности при граничных условиях I, II и III – его рода.														
4.	2.2 Нагрев и охлаждение тел. Нестационарная теплопроводность. Решение дифференциального уравнения теплопроводности при граничных условиях I и II и III-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 теплообмена	4	18	2		2									
	Итого	4	18	18		18	72							+	

Программу составил доц.

_____ /С.И. Герцык /

Зав. кафедрой «Металлургия»

доцент, к.т.н.

_____ /Н.И. Волгина/

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

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

Направление подготовки: 22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

ОП (профиль): «Инновации в металлургии»

Форма обучения: очно-заочная

Вид профессиональной деятельности:

научно-исследовательская

Кафедра: Металлургия

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
ТЕПЛОФИЗИКА**

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

- вариант экзаменационного билета;
- вопросы для коллоквиумов, собеседования;
- перечень вопросов для экзамена.

Составитель:

Доцент, к.т.н. Герцык С..И.

Москва 2017

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				
ПК-4	готовность использовать основные понятия, законы и модели, термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные законы термодинамики и теплофизики, положения информатики, дающие возможность использования информационно-коммуникационных технологий для практической поддержки технических решений <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – формулировать и решать задачи, требующие использования современных вычислительных средств, информационных технологий и программного обеспечения; – использовать навыки применения баз данных при разработке информационных систем и взаимодействующих с ними приложений; 	лекция, самостоятельная работа, семинарские занятия	К, УО.	<p>Базовый уровень:</p> <ul style="list-style-type: none"> – владеет основными законами термодинамики и теплофизики; структурой локальных и глобальных компьютерных сетей; принципами реализации и функционирования информационных технологий. <p>Повышенный уровень:</p> <ul style="list-style-type: none"> – владеет навыками разработки электронных документов с применением стандартных программных пакетов при решении математических задач в своей области.

		<p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основными методами сбора и переработки информации при создании автоматизированной системы управления теплотехническим процессом. 			
ПК-5	<p><i>способность выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов</i></p>	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные физические процессы при нагреве и охлаждении металла; – основы моделирования теплотехнических процессов; – способы и методы оптимизации тепловых процессов; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – оценивать возможности математического моделирования для реализации технологических процессов. – использовать базы данных Интернет-ресурсов <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – математическим аппаратом для моделирования теплообменных процессов; – основами физико-химических процессов, протекающих в металлургических агрегатах 	<p>лекции, самостоятельная работа, семинарские и лабораторные занятия</p>	<p>К, УО.</p>	<p>Базовый уровень:</p> <ul style="list-style-type: none"> – владеет теоретическими знаниями в области физики и теплотехники, особенностями осуществления основных теплотехнических процессов производства черных и цветных металлов на основе моделирования. <p>Повышенный уровень:</p> <ul style="list-style-type: none"> – способен применять теоретические знания для выбора и построения математических моделей теплотехнических агрегатов для оптимизации нагрева изделий перед обработкой давлением и с целью термообработки.

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

**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

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 (прилагаются).

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

Факультет машиностроения, кафедра «Металлургия»
Дисциплина «Теплофизика».
Образовательная программа 22.03.02 Metallургия. 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

Зав. кафедрой _____ / Н.И. Волгина /

2. Перечень вопросов для экзамена

по дисциплине «Теплофизика»

(наименование дисциплины)

Основные положения термодинамики (ПК-4, ПК-5).

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 (ПК-4, ПК-5)

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 (ПК-4, ПК-5)

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 (ПК-4, ПК-5)

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. Вопросы для коллоквиумов, собеседований

1. Передача тепла теплопроводностью (ПК-4, ПК-5)

- 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 (ПК-4, ПК-5)

- 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 полной 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.

Составитель _____ С.И. Герцык

(подпись)

« » _____ 2017 г

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 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;
- 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	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

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

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

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

- 1. Основные понятия термодинамики.**
- 2. Теплообмен излучением при наличии экранов.**
- 3. Передача тепла от одной подвижной среды к другой через разделяющую плоскую стенку.**

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

Зав. кафедрой _____ / Н.И. Волгина /

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

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

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

- 1. Дифференциальное уравнение теплопроводности- принципы вывода.**
- 2. Режимы движения жидкости. Связь конвективного переноса тепла с режимом движения жидкости.**
- 3. Излучение и отражение лучистой энергии. Диффузное и зеркальное отражение.**

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

Зав. кафедрой _____ / Н.И. Волгина /

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

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

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3

- 1. Циклы двигателей внутреннего сгорания.**
- 2. Предельные (воображаемые) тела с предельными свойствами по отношению к тепловому излучению.**
- 3. Коэффициент теплопередачи и термическое сопротивление плоской многослойной стенки**

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

Зав. кафедрой _____ / Н.И. Волгина /

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

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

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4

- 1. Геометрические свойства лучистых потоков. Понятие об угловых коэффициентах.**
- 2. Условия однозначности для процессов теплопроводности.**
- 3. Цикл Карно.**

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

Зав. кафедрой _____ / Н.И. Волгина /

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

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

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5

- 1. Коэффициент теплопередачи и тепловое сопротивление однородной цилиндрической стенки.**
- 2. Понятие температурного градиента и вектора плотности теплового потока.**
- 3. Циклы двигателей внутреннего сгорания со смешанным подводом тепла.**

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

Зав. кафедрой _____ / Н.И. Волгина /

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

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

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6

- 1. Цикл двигателя внутреннего сгорания с подводом тепла при постоянном объеме.**
- 2. Коэффициент теплопередачи и тепловое сопротивление многослойной цилиндрической стенки.**
- 3. Определение степени черноты газового слоя.**

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

Зав. кафедрой _____ / Н.И. Волгина /

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

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

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7

- 1. Простейшие термодинамические циклы.**
- 2. Основы теории подобия. 1 и 2-ая теоремы подобия.**
- 3. Понятие "серый газ" и его использование в теплотехнических расчетах.**

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

Зав. кафедрой _____ / Н.И. Волгина /

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

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

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8

- 1. Стационарная теплопроводность. Тепловой поток и распределение температуры при граничных условиях 3-его рода.**
- 2. Основы теории подобия. 3-ая теорема подобия.**
- 3. Общая характеристика процесса переноса тепла излучением. Свойства излучения.**

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

Зав. кафедрой _____ / Н.И. Волгина /

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

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

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 9

- 1. Критический диаметр изоляции, наложенной на цилиндрическую поверхность.**
- 2. Теплоотдача конвекцией при движении жидкости в трубах.**
- 3. Объединенный закон излучения Бугера-Бэра.**

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

Зав. кафедрой _____ / Н.И. Волгина /

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

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

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 10

- 1. Основы теории подобия. Определяющие и неопределяющие критерии подобия.**
- 2. Передача тепла от одной подвижной среды к другой через разделяющую плоскую стенку.**
- 3. Степень черноты двухкомпонентной газовой смеси.**

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

Зав. кафедрой _____ / Н.И. Волгина /

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

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

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 11

- 1. Первое и второе начало термодинамики.**
- 2. Передача тепла теплопроводностью через однородную стенку.**
- 3. Эффективный и результирующий лучистые тепловые потоки.**

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

Зав. кафедрой _____ / Н.И. Волгина /

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

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

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 12

- 1. Передача тепла теплопроводностью через многослойную цилиндрическую стенку при граничных условиях 1-ого рода.**
- 2. Теплоотдача конвекцией в неограниченном пространстве.**
- 3. Закон излучения М. Планка.**

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

Зав. кафедрой _____ / Н.И. Волгина /

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

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

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 13

- 1. Передача тепла от одной подвижной среды к другой через разделяющую плоскую однородную стенку. Температуры граничных поверхностей.**
- 2. Роль критерия Рейнольдса в определении конвективного теплообмена при движении жидкости в каналах.**
- 3. Обобщенные угловые коэффициенты и их отличие от элементарного, локального и среднего углового коэффициента.**

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

Зав. кафедрой _____ / Н.И. Волгина /

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

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

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 14

- 1. Истечение и дросселирование паров и газов.**
- 2. Физические свойства жидкостей и газов. Постановка задачи конвективного теплообмена.**
- 3. Законы теплового излучения. Закон смещения Вина.**

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

Зав. кафедрой _____ / Н.И. Волгина /

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

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

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 15

- 1. Стационарная теплопроводность- тепловой поток и распределение температуры в стенке при граничных условиях 3-его рода.**
- 2. Режимы движения жидкости. Связь конвективного переноса тепла с режимом движения жидкости.**
- 3. Формулировка закона излучения Кирхгофа и следствия из этого закона.**

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

Зав. кафедрой _____ / Н.И. Волгина /

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

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

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 16

- 1. Нестационарная теплопроводность. Аналитическое описание процесса. Прогреваемая толщина заготовки.**
- 2. Роль пограничного слоя при теплоотдаче конвекцией.**
- 3. Определение степени черноты газового слоя с помощью номограмм Х. Хоттеля.**

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

Зав. кафедрой _____ / Н.И. Волгина /

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

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

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 17

- 1. Критерий Био и его физический смысл; изменение степени массивности тела при нагреве и охлаждении.**
- 2. Формирование пограничного слоя при обтекании струей плоскости.**
- 3. Теплообмен излучением между двумя бесконечными параллельными пластинами.**

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

Зав. кафедрой _____ / Н.И. Волгина /

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

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

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 18

- 1. Передача тепла теплопроводностью. Температуры на стыке слоев многослойной цилиндрической стенки (граничные условия 1-ого рода).**
- 2. Термический коэффициент полезного действия цикла Карно и способы его увеличения.**
- 3. Простейшие схемы лучистого теплообмена; нахождение угловых коэффициентов.**

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

Зав. кафедрой _____ / Н.И. Волгина /

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

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

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 19

- 1. Термически тонкие и массивные тела. Нагрев термически массивных тел при граничных условиях 3-ого рода. Использование графиков Будрина для определения времени нагрева (охлаждения) тел.**
- 2. Теплоотдача конвекцией при вынужденном течении жидкости (газа) вдоль плоской поверхности.**
- 3. Понятие "серый газ" и его использование в теплотехнических расчетах.**

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

4 Зав. кафедрой _____ / Н.И. Волгина /

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

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

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 20

- 1. Термически тонкие и массивные тела. Нагрев термически тонких тел при граничных условиях 3-его рода.**
- 2. Участок гидродинамической стабилизации потока и его роль в определении теплоотдачи конвекцией.**
- 3. Закон Стефана-Больцмана и его использование в теплотехнических расчетах.**

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