


**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения

 /Е.В. Сафонов/

«20» июня 2019 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Металлургическая теплотехника»

Направление подготовки
22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

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

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очно-заочная

Москва 2019 г.

1. Цели освоения дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «Металлургическая теплотехника» 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 перед обработкой давлением и с целью термической обработки. Отдельно уделяется внимание новому оборудованию (системе отопления печей), обеспечивающему быстрый и равномерный нагрев металлопродукции 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.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Металлургическая теплотехника» следует отнести:

- 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.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

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

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

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

- Химия,
- Математика,
- Физика,
- Теплофизика.

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

- Механика сплошных сред;
- Инновации в металлургии;
- Оборудование металлургических производств.

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

- Моделирование и оптимизация металлургических процессов;
- Моделирование технических объектов.

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-1	способностью к систематическому изучению научно-технической информации отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки	знать: –методы исследования физических задач; –основные понятия и законы теплофизики. уметь: –анализировать полученные результаты; –использовать Интернет-ресурсы для анализа и синтеза задач физики металлов
ПК-4	готовностью использовать основные понятия, законы и модели, термодинамики, переноса тепла и массы	знать: – основные положения информатики, дающие возможность использования информационно-коммуникационных технологий для практической поддержки технических и решений; 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; владеть: – основными методами переработки информации в технологических схемах управления металлургическими процессами.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **6** зачетных единиц, т.е. **216** академических часов (из них **162** часов – самостоятельная работа студентов), в том числе лекции –**27** час, практические занятия (семинары) –**27** час. *Структура и содержание дисциплины «Металлургическая теплотехника» по срокам и видам работы приведены в Приложении 1.*

Содержание разделов дисциплины

Шестой семестр

Механика жидкостей и газов.

Основные понятия механики и кинематики текучих сред. Уравнение неразрывности (сплошности). Силы, действующие в движущейся идеальной жидкости. Уравнение движения идеальной жидкости (уравнение Эйлера). Уравнение Бернулли для трубки тока идеальной жидкости. Статика жидкостей и газов. Динамика реальной жидкости. Потери давления на трение и местные сопротивления. Уравнение движения реальной жидкости (уравнение Навье-Стокса). Элементы теории гидродинамического пограничного слоя. Движение газов и режим давления в печах.

Теплогенерация.

Газовые топлива, используемые в промышленных печах. Выбор топлива и методов его сжигания Основы теории горения. Расчеты горения топлива. Сжигание жидкого топлива. Теплогенерация за счет электрической энергии. Теплофизические основы преобразования электрической энергии в тепловую. Теплогенерация за счет выгорания примесей металла и шихты.

Строительные элементы и механическое оборудование печей.

Огнеупорные материалы. Классификация и свойства огнеупорных изделий. Изготовление огнеупоров. Теплоизоляционные материалы, используемые в печестроении. Строительные элементы печей.

Утилизация тепла уходящих дымовых газов.

Теплотехнические основы и сравнительная оценка различных методов утилизации тепла уходящих дымовых газов. Методы утилизации тепла и характеристика теплообменных устройств для их осуществления. Регенеративные и рекуперативные теплообменники

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Металлургическая теплотехника» и реализация компетентного 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 «Металлургическая теплотехника» и в целом по дисциплине составляет около 30% времени аудиторных занятий.

Занятия лекционного типа составляют около 33% от объема аудиторных занятий.

В курсе лекций преподается постоянно обновляемый материал, заимствованный из различных источников – научных статей, монографий, интернет-сайтов и т.д., что позволяет освещать последние достижения в металлургии, а именно, в области 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

Технические средства освоения дисциплины включают электронный банк данных – фото- и видеоматериалов (плакатов, схем, чертежей) основных техноло-

гических процессов и печного парка, используемого в металлургическом производстве.

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов – оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

– чтение рекомендуемой литературы при подготовке к лекционным, практическим и самостоятельным (контрольным) заданиям.

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-1	способностью к систематическому изучению научно-технической информации отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки.
ПК-4	готовностью использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, теплотехники и переноса тепла и массы.

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-1: способностью к систематическому изучению научно-технической информации отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки

Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
<p>знать: –методы исследования физических задач; –основные понятия и законы атомной физики.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующим знаниям: <u>методов исследования физических величин и основных понятий и законов атомной физики</u></p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующим знаниям: <u>методов исследования физических величин и основных понятий и законов атомной физики</u> Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующим знаниям: <u>методов исследования физических величин и основных понятий и законов атомной физики</u> но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующим знаниям: <u>методов исследования физических величин и основных понятий и законов атомной физики</u> свободно оперирует приобретенными знаниями</p>
<p>уметь: – оценивать техническое состояние и анализировать условия и технологические режимы работы металлургических агрегатов; –использовать Интернет-ресурсы для анализа и синтеза задач физики металлов</p> <p>владеть: – вопросами оптимизации технологии получения металлопродукции при обработке давлением и термообработке и средствами ее достижения</p>	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: <u>оценивать техническое состояние и анализировать условия и технологические режимы работы металлургических агрегатов;</u> <u>–использовать Интернет-ресурсы для анализа и синтеза задач физики металлов;</u> <u>не владеет вопросами оптимизации технологии получения металлопродукции при обработке давлением и термообработке и средствами ее достижения</u></p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующим умениям: <u>оценивать техническое состояние и анализировать условия и технологические режимы работы металлургических агрегатов;</u> <u>–использовать Интернет-ресурсы для анализа и синтеза задач физики металлов;</u> <u>не достаточно владеет вопросами оптимизации технологии получения металлопродукции при обработке давлением и термодинамикой ее достижения</u> Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующим умениям: <u>оценивать техническое состояние и анализировать условия и технологические режимы работы металлургических агрегатов;</u> <u>–использовать Интернет-ресурсы для анализа и синтеза задач физики металлов</u> <u>не полностью владеет вопросами оптимизации технологии получения металлопродукции при обработке давлением и термообработке и средствами ее достижения</u> Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических прогнозах, переносе умений на новые, нестандартные ситуации</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующим умениям: <u>оценивать техническое состояние и анализировать условия и технологические режимы работы металлургических агрегатов;</u> <u>–использовать Интернет-ресурсы для анализа и синтеза задач физики металлов;</u> <u>владеет вопросами оптимизации технологии получения металлопродукции при обработке давлением и термообработке и средствами ее достижения</u> Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности</p>

ПК-4: готовностью использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, теплотехники, переноса тепла и массы

Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
<p>знать: – основные законы термодинамики и теплофизики, положения информатики, дающие возможность использования информации</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующим знаниям: <u>Основы термодинамики и теплофизики в</u></p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующим знаниям: <u>основы термодинамики и теплофизики в тепловых агрегатах, организация информационной под-</u></p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующим знаниям: <u>основы термодинамики и теплофизики в тепловых агрегатах,</u></p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующим знаниям: <u>основы термодинамики теплофизики</u></p>

<p>онно-коммуникационных технологий для практической поддержки технических решений</p>	<p><u>тепловых агрегатах, организация информационной поддержки при выборе параметров управления теплотехническим процессом.</u></p>	<p><u>держки при выборе параметров управления теплотехническим процессом.</u> Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации</p>	<p><u>организация информационной поддержки при управлении технологическим процессом.</u> но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях</p>	<p><u>зике в тепловых агрегатах, организация информационной поддержки при управлении технологическим процессом.</u> свободно оперирует приобретенными знаниями</p>
<p>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</p>	<p>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</u></p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: <u>формулировать и решать теплофизические задачи, проводить оценку эффективности использования современных вычислительных средств при решении теплотехнических задач металлургии.</u> Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующим умениям: <u>формулировать и решать теплофизические задачи, проводить оценку эффективности использования современных вычислительных средств при решении технологических задач металлургии.</u> Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических прогнозах, переносе умений на новые, нестандартные ситуации</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующим умениям: <u>формулировать и решать теплофизические задачи, проводить оценку эффективности использования современных вычислительных средств при решении технологических задач металлургии.</u> Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности</p>
<p>владеть: – основными методами переработки информации в технологических схемах организации процесса нагрева (охлаждения) и управления этими процессами</p>	<p>Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет: <u>методами сбора и переработки информации при создании автоматизированной системы управления теплотехническим процессом</u></p>	<p>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</p>	<p>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</p>	<p>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</p>

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание.

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 экс-

пертной 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
<i>Отлично</i>	<i>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.</i>
<i>Хорошо</i>	<i>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 незначительные ошибки.</i>
<i>Удовлетворительно</i>	<i>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.</i>
<i>Неудовлетворительно</i>	<i>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.</i>

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

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

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Metallurgical heat engineering [electronic resource]: electronic textbook-methodical complex of the discipline / Tinkova S.M. and others. Sib. federal. un-t. – Krasnoyarsk: IIPK SFU, 2007. – on-line. URL: <http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/62/> (date of access 05.09.2017). – Access mode: free.
2. Kriwandin V.A. and others. Heat engineering of metallurgical production. T.2, M., MISC, 2002, – 734 p.
3. Vagin A.A., Kriwandin V.A., Pribytkov I.A., Perlov N.I. Fuel, refractory and metallurgical furnaces. M., Metallurgy, 1978, –431 p.

б) дополнительная литература:

1. Tegin A.S., Shvydkiy V.S., Yroshenko Yu.G. Heat mass transfer. M.: Akademiya. 2002. 456 p.
2. Metallurgical heat engineering Ch.1 – Theoretical foundations. Under the editorship of Kriwandin V.A. – M.: Metallurgy, 1986. – 424 p.
3. Kutateladze S. S. Fundamentals of the theory of heat exchange. – M.: Atomizdat, 1979. 415 p.
4. Kriwandin V.A. and others. Metallurgical heat engineering. T.2. M., Metallurgy, 1986 –590 p.

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:

– Интерактивный учебник: Основы металлургии | Металлургический портал MetalSpace.ru

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

– Металлургические процессы

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

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

ние 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 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, картотека учебных видеослайдов и видеофильмов и пр.

4.	Элементы теории гидродинамического пограничного слоя. Движение газов и режим давления в печах.	6	6	2	2		20								
5	2. Теплогенерация. 2.1 Газовые топлива, используемые в промышленных печах. Выбор топлива и методов его сжигания Основы теории горения.	6	8	2			20								
6.	Расчеты горения топлива. Сжигание газообразного топлива.	6	10	4	4		40								
7.	2.2 Расчеты горения топлива. Сжигание жидкого топлива.	6	11	3	2		20								
8.	2.3 Теплогенерация за счет электрической энергии. Теплофизические основы преобразования электрической энергии в тепловую. 2.4 Теплогенерация за счет выгорания примесей металла и шихты	6	13	2			10								

9.	Строительные элементы и механическое оборудование печей. 3.1 Огнеупорные материалы. Классификация и свойства огнеупорных изделий. Изготовление огнеупоров. Теплоизоляционные материалы, используемые в печестроении. Строительные элементы печей.	6	14	2	4										
10.	3.2 Утилизация тепла уходящих дымовых газов. Теплотехнические основы и сравнительная оценка различных методов утилизации тепла уходящих дымовых газов.	6	15	2	4		12								
11.	3.3 Конструкции теплоутилизационных устройств: металлические, керамические. Регенеративные и рекуперативные теплообменники. Сравнительная характеристика и показатели их работы	6	17	4	3										
	Итого	6	17	27	27	–	162							+	

Программу составил доц.

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

_____ /С.И. Герцык /

_____ /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

МЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА

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.

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

МЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА					
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-1	способностью к систематическому изучению научно-технической информации отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> –методы исследования физических процессов; –основные понятия и законы атомной физики. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> –анализировать полученные результаты; –использовать Интернет-ресурсы для анализа и синтеза задач физики металлов 	лекция, самостоятельная работа, семинарские занятия	К, УО.	<p>Базовый уровень:</p> <p>Владеет основными законами атомной физики, методами исследования физических процессов, способностью анализировать электронные документы.</p> <p>Повышенный уровень:</p> <p>владеет навыками анализа и разработки электронных документов с применением стандартных программных пакетов при решении технических задач.</p>
ПК-4	готовностью использовать основные понятия, законы и модели, термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> –основные положения информатики, дающие возможность использования информационно-коммуникационных технологий для практической поддержки технических и управленческих решений; <p>уметь:</p>	лекция, самостоятельная работа, семинарские занятия	К, УО.	<p>Базовый уровень:</p> <ul style="list-style-type: none"> – владеет 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

		<p>– формулировать и решать задачи, требующие использования современных вычислительных средств, информационных технологий и программного обеспечения;</p> <p>– использовать навыки применения баз данных при разработке информационных систем и взаимодействующих с ними приложений;</p> <p>владеть:</p> <p>– основными методами переработки информации в технологических схемах автоматического регулирования и управления металлургическими процессами.</p>			<p>программных пакетов при решении математических задач в своей области.</p>
--	--	--	--	--	--

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

**Перечень оценочных средств по дисциплине
«Металлургическая теплотехника»**

№ 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

Экзаменационные билеты

1. Назначение: используются для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Металлургическая теплотехника»
2. В билет включено три задания:
 - Задание 1. Вопрос для проверки теоретических знаний в области механики жидкости и газов.
 - Задание 2. Вопрос для проверки знаний в области генерации тепла в металлургии;
 - Задание 3. Вопрос для проверки знаний в области утилизации тепла дымовых газов/конструктивных элементов печных агрегатов
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. «Инновации в металлургии»
Курс 2, семестр 4

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

- 1. Расчеты сжигания топлива. Определение количества воздуха, необходимого для полного горения топлива.**
- 2. Уравнение Бернулли для трубки тока идеальной жидкости.**
- 3. Теплотехнические основы утилизации тепла дымовых газов.**

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

Зав. кафедрой _____ / Н.И. Волгина /

Оформление и описание оценочных средств

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Московский политехнический университет
Направление подготовки:
22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ
ОП (профиль): «Инновации в металлургии»

Кафедра «Металлургия»
(наименование кафедры)

Перечень вопросов для экзамена по дисциплине «Металлургическая теплотехника» (наименование дисциплины)

Механика жидкостей и газов (ПК-1, ПК-4)

1. Основные понятия механики жидкости и газов. Ламинарное и турбулентное движение.
2. Уравнение неразрывности (сплошности).
3. Уравнение движения идеальной жидкости.
4. Потери давления на трение и местные сопротивления.
5. Расчет высоты дымовой трубы
6. Распределение давления по высоте и глубине несжимаемой жидкости
7. Уравнение движения реальной жидкости.
8. Формирование гидродинамического пограничного слоя.
9. Оптимизация гидравлического режима в печном пространстве.

Теплогенерация (ПК-1, ПК-4)

10. Газовые топлива, используемые в промышленных печах. Теплота сгорания топлива.
11. Температура горения топлива.
12. Как рассчитать количество воздуха, необходимое для горения единицы топлива?
13. Коэффициент расхода воздуха
14. Как рассчитать количество и состав продуктов горения топлива?
15. Как влияет подогрев компонентов горения на температуру горения топлива?
16. Какие топлива можно подогревать с целью повышения температуры горения?
17. Особенности сжигания жидкого топлива.
18. Электронагрев в промышленности.
19. Теплофизические основы преобразования электрической энергии в тепловую.

Строительные элементы и механическое оборудование печей. (ПК-1, ПК-4)

20. Огнеупорные материалы и специфика их производства.
21. Классификация огнеупорных материалов.

22. Теплоизоляционные материалы и их применение в кладке печей.
23. Современные волокнистые материалы, их применение и свойства
24. Механическое оборудование печей (рольганги, конвейеры, шагающие балки).
25. Теплотехнические основы утилизации тепла дымовых газов.
26. Регенеративные устройства и принцип их работы.
27. Металлические рекуператоры.
28. Схемы движения теплоносителей в рекуперативных устройствах.

Вопросы для коллоквиумов, собеседований

1. Механика жидкостей и газов (ПК-1, ПК-4)

- Расчет потерь давления при движении реальной жидкости.
- Принципы расчета высоты дымовой трубы.
- Уравнение сплошности и его физический смысл.
- Уравнение Бернулли для трубки тока идеальной жидкости.
- Формирование гидродинамического пограничного слоя на твердой поверхности, обтекаемой потоком жидкости.

2. Теплогенерация (ПК-1, ПК-4)

- Расчеты горения топлива.
- Высшая и низшая теплота сгорания топлива.
- Принципы расчета состава и количества продуктов горения топлива.
- Полное и неполное горение топлива. Коэффициент расхода воздуха.
- Калориметрическая, теоретическая и действительная температуры горения топлива.

3. Оборудование печей (ПК-1, ПК-4)

- Огнеупорные материалы, необходимые свойства и производство.
- Классификация огнеупорных материалов по химико-минералогическому составу.
- Теплоизоляционные материалы и их роль в тепловой работе печей.
- Теплоутилизационные устройства, их конструктивные разновидности.
- Схемы движения теплоносителей в рекуператорах
- Регенеративные устройства, их особенности

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 «Металлургическая теплотехника»

1. Цели и задачи дисциплины

Целями дисциплины является:

- ознакомление студентов с основными особенностями тепловой работы металлургических агрегатов;
- 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 с продуктами горения топлива. Отдельно уделяется внимание вопросам энергоснабжения тепловых агрегатов с целью оптимизации процессов сжигания топлива.
- освоение методик расчета металлургических печей для нагрева под прокатку и 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.

Задачи дисциплины:

- 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.

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:

- Основы методики научных исследований;
- Экология современных металлургических производств.

Знания и практические навыки, полученные из курса «Металлургическая теплотехника», 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 «Металлургическая теплотехника» 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
		6
Общая трудоемкость	216 (6з.е.)	216 (6 з.е.)
Аудиторные занятия (всего)	54	54
В том числе		
лекции	27	27
Практические занятия	27	27
Лабораторные занятия	нет	нет
Самостоятельная работа	162	162
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 «Металлургическая теплотехника»
Образовательная программа 22.03.02 Metallургия. «Инновации в металлургии»
Курс 3, семестр 6

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

- 1. Уравнение Эйлера для статики газов.**
- 2. Расчет горения топлива.**
- 3. Регенеративные теплообменники и их использование в конструкциях печей.**

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 «Металлургическая теплотехника»
Образовательная программа 22.03.02 Metallургия. «Инновации в металлургии»
Курс 3, семестр 6

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

- 1. Основные положения механики жидкости и газа. Ламинарное и турбулентное движение.**
- 2. Высшая и низшая теплота сгорания топлива.**
- 3. Радиационно-конвективный рекуператор. Принцип работы**

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 «Металлургическая теплотехника»
Образовательная программа 22.03.02 Metallургия. «Инновации в металлургии»
Курс 3, семестр 6

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3

- 1. Уравнение сплошности и его физический смысл.**
- 2. Влияние подогрева компонентов горения на калориметрическую и действительную температуру горения.**
- 3. Эффективность использования рекуперации тепла продуктов горения.**

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 «Металлургическая теплотехника»
Образовательная программа 22.03.02 Metallургия. «Инновации в металлургии»
Курс 3, семестр 6

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4

- 1. Уравнение Бернулли для трубки тока идеальной жидкости.**
- 2. Свойства и производство шамотного огнеупора.**
- 3. Схемы движения теплоносителей в рекуператорах.**

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 «Металлургическая теплотехника»
Образовательная программа 22.03.02 Metallurgy. «Innovations in metallurgy»
Курс 3, семестр 6

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5

- 1. Уравнение Навье-Стокса.**
- 2. Свойства и производство динасового огнеупора.**
- 3. Определение температуры горения топлива.**

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 «Металлургическая теплотехника»
Образовательная программа 22.03.02 Metallurgy. «Innovations in metallurgy»
Курс 3, семестр 6

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6

- 1. Потери давления при движении жидкости по трубам и каналам.**
- 2. Изоляционные огнеупорные материалы.**
- 3. Конструкции металлических рекуператоров.**

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 «Металлургическая теплотехника»
Образовательная программа 22.03.02 Metallургия «Инновации в металлургии»
Курс 3, семестр 6

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7

- 1. Расчет потерь давления на трение и местные сопротивления.**
- 2. Классификация огнеупоров по химико-минералогическому составу.**
- 3. Теплотехнические основы утилизации тепла дымовых газов.**

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 «Металлургическая теплотехника»
Образовательная программа 22.03.02 Metallургия. «Инновации в металлургии»
Курс 3, семестр 6

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8

- 1. Принципы расчета высоты дымовой трубы.**
- 2. Физические свойства огнеупорных материалов.**
- 3. Основы теории горения. Диффузионное и кинетическое горение.**

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 «Металлургическая теплотехника»
Образовательная программа 22.03.02 Metallургия. «Инновации в металлургии»
Курс 3, семестр 6

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 9

- 1. Формирование пограничного слоя у поверхности, обтекаемой потоком жидкости.**
- 2. Рабочие свойства огнеупоров.**
- 3. Керамические и металлические рекуперативные устройства.**

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 «Металлургическая теплотехника»
Образовательная программа 22.03.02 Metallургия. «Инновации в металлургии»
Курс 3, семестр 6

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 10

- 1. Движение жидкости /газа по трубам и каналам. Ламинарное и турбулентное движение.**
- 2. Теплогенерация за счет преобразования электрической энергии в тепловую.**
- 3. Коэффициент полезного действия печи. Мероприятия, способствующие его повышению.**

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 «Металлургическая теплотехника»
Образовательная программа 22.03.02 Metallургия. «Инновации в металлургии»
Курс 3, семестр 6

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 11

- 1. Статика газов. Распределение давления по высоте столба неподвижной жидкости.**
- 2. Теплофизические основы преобразования электрической энергии в тепловую.**
- 3. Физические и рабочие свойства огнеупоров.**

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 «Металлургическая теплотехника»
Образовательная программа 22.03.02 Metallургия. «Инновации в металлургии»
Курс 3, семестр 6

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 12

- 1. Статика газов. Распределение давления по глубине столба неподвижной жидкости.**
- 2. Теплогенерация за счет выгорания примесей металла и шихты.**
- 3. Радиационно-конвективный рекуператор. Принцип действия.**

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 «Металлургическая теплотехника»
Образовательная программа 22.03.02 Metallургия. «Инновации в металлургии»
Курс 3, семестр 6

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 13

- 1. Уравнение Бернулли для реальной жидкости/газа.**
- 2. Коэффициент расхода воздуха**
- 3. На какие показатели работы печи влияет подогрев компонентов горения?**

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 «Металлургическая теплотехника»
Образовательная программа 22.03.02 Metallургия. «Инновации в металлургии»
Курс 3, семестр 6

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 14

- 1. Понятие «трубки тока». Вывод уравнения Бернулли для трубки тока идеальной жидкости**
- 2. Современные волокнистые огнеупорные материалы и их использование в кладке печей.**
- 3. Основные типы регенеративных устройств.**

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 «Металлургическая теплотехника»
Образовательная программа 22.03.02 Metallургия. «Инновации в металлургии»
Курс 3, семестр 6

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 15

- 1. Принципы расчета сопротивления дымового тракта печи.**
- 2. Особенности горения жидкого топлива. Определение состава и количества продуктов горения.**
- 3. Игольчатые металлические рекуператоры.**

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 «Металлургическая теплотехника»
Образовательная программа 22.03.02 Metallургия. «Инновации в металлургии»
Курс 3, семестр 6

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 16

- 1. Основы теории горения.**
- 2. Ламинарный и турбулентный пограничный слой на плоской поверхности при обтекании ее струей газа/жидкости.**
- 3. Трубчатые металлические рекуператоры.**

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 «Металлургическая теплотехника»
Образовательная программа 22.03.02 Metallургия. «Инновации в металлургии»
Курс 3, семестр 6

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 17

- 1. Теплота сгорания топлива.**
- 2. Формирование пограничного слоя при обтекании струей плоскости.**
- 3. Регенеративные теплообменники.**

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 «Металлургическая теплотехника»
Образовательная программа 22.03.02 Metallургия. «Инновации в металлургии»
Курс 3, семестр 6

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 18

- 1. Определение состава и количества продуктов горения топлива. Показать на примере.**
- 2. Ламинарное и турбулентное течение жидкостей.**
- 3. Схемы движения теплоносителей в рекуперативных теплообменниках.**

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 «Металлургическая теплотехника»
Образовательная программа 22.03.02 Metallургия. «Инновации в металлургии»
Курс 3, семестр 6

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 19

- 1. Определение количества воздуха, необходимого для полного горения единицы топлива. Показать на примере.**
- 2. Теплотехнические основы утилизации тепла дымовых газов.**
- 3. Классификация огнеупорных материалов.**

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 «Металлургическая теплотехника»
Образовательная программа 22.03.02 Metallургия. «Инновации в металлургии»
Курс 3, семестр 6

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 20

- 1. Полное и неполное горение топлива. Коэффициент расхода воздуха.**
- 2. Металлические рекуперативные теплообменники.**
- 3. Расчет высоты дымовой трубы.**

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

Зав. кафедрой _____ / Н.И. Волгина /