

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Специальные системы электронагрева и плавки

Код модуля
1160258(1)

Модуль
Специальные вопросы разработки
электротехнологических установок

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Фризен Василий Эдуардович	д.т.н., доцент	Заведующий кафедрой	электротехники

Согласовано:

Управление образовательных программ

Ю.Д. Маева

Авторы:

- Фризен Василий Эдуардович, Заведующий кафедрой, электротехники

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ **Специальные системы электронагрева и плавки**

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	9	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Зачет Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	2
		Расчетная работа	1

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ **Специальные системы электронагрева и плавки**

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-2 -Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа	З-2 - Характеризовать сферы применения и возможности пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности П-1 - Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ У-2 - Использовать методы моделирования и математического анализа, в том	Зачет Контрольная работа № 2 Контрольная работа №1 Лекции Практические/семинарские занятия Расчетная работа Экзамен

	числе с использованием пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности	
ОПК-3 -Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов	Д-1 - Проявлять умение видеть детали, упорство, аналитические умения З-2 - Характеризовать возможности исследовательской аппаратуры и методов исследования, используя технические характеристики и области применения П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания экспериментальные комплексные научно-технические исследования и изыскания для решения инженерных задач в области профессиональной деятельности, включая обработку, интерпретацию и оформление результатов У-1 - Собирать и анализировать научно-техническую информацию для оптимального планирования исследования и изыскания У-3 - Оценивать оформление научно-технических отчетов, публикаций научных результатов, документов защиты интеллектуальной собственности на соответствие нормативным требованиям	Зачет Контрольная работа № 2 Контрольная работа №1 Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен
ОПК-7 -Способен планировать и управлять жизненным циклом инженерных продуктов и технических объектов, включая стадии замысла, анализа требований, проектирования, изготовления, эксплуатации,	Д-1 - Проявлять настойчивость в достижении цели; Внимательность; Аналитические умения З-2 - Дать определение жизненного цикла инженерного продукта, его основных стадий и моделей П-2 - Иметь практический опыт планирования и управления жизненным циклом	Зачет Контрольная работа № 2 Контрольная работа №1 Лекции Расчетная работа Экзамен

<p>поддержки, модернизации, замены и утилизации</p>	<p>инженерных продуктов и технических объектов У-3 - Использовать программные пакеты при построении имитационной модели разрабатываемой системы или использующей системы</p>	
<p>УК-2 -Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла</p>	<p>Д-2 - Демонстрировать способность убеждать, аргументировать свою позицию З-2 - Формулировать основные принципы формирования концепции проекта в сфере профессиональной деятельности П-2 - Выбирать оптимальные способы решения конкретных задач проекта на каждом этапе его реализации на основе анализа и оценки рисков и их последствий с учетом ресурсов и ограничений У-3 - Анализировать и оценивать риски и результаты проекта на каждом этапе его реализации и корректировать проект в соответствии с критериями, ресурсами и ограничениями</p>	<p>Зачет Контрольная работа № 2 Контрольная работа №1 Лекции Практические/семинарские занятия Расчетная работа Экзамен</p>
<p>ПК-3 -Способен анализировать и систематизировать информацию, составлять технические задания на проектирование, разработать комплект конструкторской документации, концепцию автоматизированной системы управления технологическими процессами, системы электропривода; выполнять расчет и проектирование электротехнических систем,</p>	<p>З-1 - Изложить нормативную базу для составления технических заданий на проектирование, разработку конструкторской документации П-1 - Иметь практические навыки выполнения расчета и проектирования в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования У-1 - Обосновать расчет и формулировать техническое задание на проектирование</p>	<p>Зачет Практические/семинарские занятия Экзамен</p>

<p>электротермических установок, электронных и микропроцессорных систем управления электрооборудованием, электротермическими установками в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования, оформлять результаты проектно-конструкторских работ в сотрудничестве со специалистами другого профиля</p>		
<p>ПК-4 -Способен применять методы и средства автоматизированных систем управления технологическими процессами электроэнергетической и электротехнической промышленности, принимать решения с учетом энерго- и ресурсосбережения; организовать работу по доводке и освоению новых электротермических процессов в ходе подготовки и производства новой продукции</p>	<p>З-2 - Сформулировать методы и средства автоматизированных систем управления технологическими процессами электроэнергетической и электротехнической промышленности П-4 - Иметь практический опыт применения АСУ ТП и организации работы по доводке и освоению новых электротермических процессов в ходе подготовки и производства новой продукции У-2 - Обосновывать применение методов и средств автоматизированных систем управления технологическими процессами с учетом энерго- и ресурсосбережения</p>	<p>Зачет Практические/семинарские занятия Экзамен</p>
<p>ПК-5 -Способен осуществлять подготовку технической документации на ремонт, составление инструкций по эксплуатации</p>	<p>З-1 - Перечислить техническую документацию на ремонт, инструкции по эксплуатации оборудования и программы испытаний П-1 - Оформлять техническую документацию на ремонт, инструкции по эксплуатации</p>	<p>Зачет Контрольная работа № 2 Контрольная работа №1 Лекции Экзамен</p>

оборудования и программ испытаний электротехнологических систем	оборудования и программы испытаний У-1 - Выбирать и подготавливать техническую документацию на ремонт, инструкции по эксплуатации оборудования и программы испытаний	
---	---	--

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.4		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>работа на лекциях</i>	2,17	50
<i>контрольная работа</i>	2,16	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.5		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.5		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.3		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>работа на занятиях</i>	2,18	40
<i>отчеты по практическим работам</i>	2,18	60
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		

Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий – 0.3		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>работа по темам</i>	2,8	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям - 1		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям – не предусмотрено Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

2. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 1		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>работа на лекциях</i>	3,8	30
<i>контрольная работа</i>	3,8	40
<i>расчетная работа</i>	3,8	30
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.5		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.5		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – не предусмотрено		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям– нет Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено		

3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.

Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Расчет тепловых потерь через многослойные стенки электропечей
2. Расчет нагревательных элементов электропечей сопротивления
3. Расчет динамики тепловых процессов в электропечи периодического действия
4. Проектирование электропечи непрерывного действия
5. Расчет параметров короткого индуктора
6. Исследование индукционной закалочной установки
7. Проектирование многосекционной индукционной тигельной печи
8. Расчет компенсирующего устройства индукционной тигельной печи с

несимметричной компенсацией реактивной мощности секций

Примерные задания

1. Требуется провести расчет теплового потока через многослойные плоские и цилиндрические стенки камер электропечей, а также спроектировать экранную теплоизоляцию вакуумной электропечи.

2. Требуется провести расчет нагревательных элементов различной конструкции (проволочный, ленточный и трубчатый нагревательный элемент) для одинаковых исходных данных (мощность, напряжение питания).

3. Требуется рассчитать временные диаграммы температур поверхности и центра нагреваемого изделия при нагреве в электропечи сопротивления периодического действия.

4. Требуется определить количество и габаритные размеры зон нагрева многозонной электропечи сопротивления непрерывного действия, а также построить диаграммы температур (печи, центра и поверхности изделий).

5. Требуется рассчитать электрические и энергетические параметры индуктора конечной длины с нагреваемой заготовкой.

6. С помощью численной модели необходимо подобрать режим работы установки поверхностной индукционной закалки непрерывного действия.

7. Необходимо определить основные геометрические размеры, электрические и энергетические параметры, обмоточные данные индуктора многосекционной индукционной тигельной печи.

Требуется произвести расчет и выбрать компенсирующие конденсаторы силового колебательного контура многосекционной индукционной тигельной печи.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Контрольная работа №1

Примерный перечень тем

1. Тест по блоку лекций 1

Примерные задания

Раздел 1, тема 1.1., задание з113, вес 4

Возможно несколько вариантов ответа. В электрических печах сопротивления непрерывного действия

1 нагреваемые изделия остаются неподвижными относительно камеры нагрева весь цикл термообработки

2 нагреваемые изделия перемещаются вдоль камеры нагрева с определенным циклом по времени (периодически)

3 происходит периодическое изменение температуры внутри камеры нагрева в момент загрузки и выгрузки изделий

4 размеры камеры нагрева определяются требуемой производительностью печи и временем нагрева изделий

5 произвести герметизацию камеры нагрева сложнее, чем в печах непрерывного действия

Раздел 1, тема 1.3., задание с132, вес 3

В электрических печах сопротивления прямого действия происходит преобразование электрической энергии в тепловую энергию

1 в обрабатываемом изделии

2 в нагревательном элементе

3 в канале электрического разряда между электродами

4 за счет наведения вихревых токов в нагреваемом изделии

Раздел 2, тема 2.5., задание з252, вес 3

Трубчатые нагревательные элементы обычно выполняются

1 из жаропрочных сталей

2 из сплавов цветных металлов с высоким удельным электросопротивлением

3 из высокопроводящих металлов (меди или алюминия)

4 неметаллическими методом порошковой металлургии

Раздел 2, тема 2.6., задание з263, вес 4

Возможно несколько вариантов ответа. Режим нагрева теплотехнически тонкого изделия характеризуется следующими параметрами

- 1 Перепадом температуры внутри изделия можно пренебречь
- 2 Режим осуществляется в случае относительно низкой теплопроводности изделия при относительно высокой скорости нагрева
- 3 $Bi < 0.25$
- 4 $Bi > 0.5$
- 5 Режим осуществляется в случае относительно высокой теплопроводности изделия при относительно низкой скорости нагрева

Раздел 2, тема 2.7., задание з271, вес 4

Возможно несколько вариантов ответа. В многозонной печи непрерывного действия

- 1 температура печи в различных точках по длине печи имеет одинаковое значение
- 2 управление температурой печи осуществляется по показаниям термопары в одной точке примерно посередине печи
- 3 мощность нагревательных элементов в печи с одинаковой длиной зон имеет одинаковое значение
- 4 температура печи имеет различное значение по длине печи с резкими перепадами на границах зон нагрева
- 5 управление температурой печи осуществляется отдельно для каждой зоны, термопара устанавливается примерно в середине каждой зоны
- 6 мощность нагревательных элементов при одинаковой длине зон нагрева имеет различное значение: большая мощность сосредоточена в зоне выгрузки изделий из печи
- 7 мощность нагревательных элементов при одинаковой длине зон нагрева имеет различное значение: большая мощность сосредоточена в зоне загрузки изделий в печь

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Контрольная работа № 2

Примерный перечень тем

1. Тест по блоку лекций 2

Примерные задания

Раздел 3, тема 3.1., задание з313, вес 3

Принцип действия установок индукционного нагрева заключается

- 1 в наведении внешнего магнитного поля в область протекания электрического тока
- 2 во взаимодействии электрического тока, протекающего по индуктору с магнитным полем ферромагнитной заготовки
- 3 в наведении электрического потенциала в нагреваемой заготовке при приложении напряжения относительно земли к изолированному от земли индуктору
- 4 в наведении вихревых токов в проводящей среде за счет явления электромагнитной индукции
- 5 нет верного ответа

Раздел 3, тема 3.2., задание 3322, вес 3

При поверхностном нагреве стальной заготовки под закалку в режиме "по теплопроводности" глубина проникновения токов в материал нагреваемой заготовки должна быть

- 1 сопоставима с толщиной закалочного слоя
- 2 сопоставима с размерами нагреваемой детали
- 3 больше толщины проводника индуктора
- 4 много меньше толщины закалочного слоя
- 5 больше глубины проникновения токов в материал индуктора

Раздел 3, тема 3.4., задание 3353, вес 3

В процессе поверхностного индукционного нагрева под закалку относительная магнитная проницаемость нагреваемой среды на толщине слоя закалки

- 1 увеличивается, а ее удельная электропроводность уменьшается
- 2 в точке Кюри уменьшается до 1, а ее удельная электропроводность уменьшается
- 3 в точке Кюри уменьшается до 1, а ее удельная электропроводность увеличивается
- 4 не меняется, как и ее удельная электропроводность

Раздел 5, тема 5.2., задание 3523, вес 3

Для обеспечения высокой эффективности плавки во всех режимах работы печи необходимо, чтобы при выборе частоты

- 1 соотношение радиуса тигля по средней линии и глубины проникновения составляло не более 50
- 2 соотношение среднего радиуса кусков шихты и глубина проникновения токов в них составляло не менее 3 до достижения температуры плавления
- 3 соотношение толщины стенки трубки индуктора и глубины проникновения тока в материал индуктора было не менее 5
- 4 нет верного ответа

Раздел 5, тема 5.4., задание 3542, вес 4

При расчете компенсирующего устройства в силовом колебательном контуре индукционной тигельной печи промышленной частоты с симметрирующим устройством по схеме с реактором-делителем следует учитывать, что

- 1 ток индуктора должен опережать напряжение на угол не менее 18-20 градусов
- 2 ток индуктора должен отставать от напряжения с обеспечением коэффициента мощности, равным 0,866

3 рабочая частота выбранных конденсаторов должна быть не выше расчетной частоты контура

4 напряжение, приложенное к выбранным конденсаторам, должно быть не выше номинального более чем на 10%

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.3. Расчетная работа

Примерный перечень тем

1. Формуляр расчета высокотемпературной вакуумной электропечи сопротивления с экранной теплоизоляцией

Примерные задания

Формуляр должен включать в себя следующие разделы

1. Техническое задание
2. Расчет геометрии рабочего пространства печи
3. Расчет тепловых потерь через многослойную экранную теплоизоляцию
4. Расчет требуемой мощности печи
5. Расчет нагревательных элементов

LMS-платформа – не предусмотрена

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Зачет

Список примерных вопросов

1. Метод детализированных магнитных схем замещения. Расчет параметров многофазного индуктора с кусковой нагрузкой.
2. Метод эквивалентных тепловых схем замещения. Расчет тепловых процессов в сложной составной заготовке при индукционном нагреве.
3. Метод эквивалентных тепловых схем замещения. Учет движения среды в тепловых расчетах.
4. Индукционные установки для нагрева стальных заготовок под закалку
5. Индукционные установки для нагрева под пластическую деформацию
6. Специальные индукционные нагревательные установки
7. Индукционные тигельные печи специальной конструкции
8. Параметры индукционных тигельных печей с холодным тиглем
9. Индукционные плавильные установки с разделенными функциями индукторов (нагрев и перемещение расплава)
10. Индукционные плавильные установки с объединенными функциями индукторов (нагрев и перемещение расплава)
11. Проектирование системы несимметричной компенсации реактивной мощности для многосекционной индукционной тигельной печи

LMS-платформа – не предусмотрена

5.3.2. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Классификация специальных систем электронагрева и плавки
 2. Соляные ванны. Конструкция ванн прямого и косвенного нагрева. Динамика движения расплавленной соли в ванне.
 3. Установки прямого нагрева. Электрические параметры системы нагрева. Схемы источников питания для установок прямого нагрева.
 4. Вакуумные электропечи сопротивления. Особенности конструкции нагревательных камер, теплоизоляции и нагревательных элементов.
 5. Проектирование экранной теплоизоляции вакуумной печи сопротивления.
 6. Теория индукционного нагрева. Плоская волна в проводящем полупространстве. Электрические параметры среды в схеме замещения.
 7. Теория индукционного нагрева. Плоская волна в цилиндре. Электрические параметры среды в схеме замещения.
 8. Теория индукционного нагрева. Плоская волна в полом цилиндре. Электрические параметры среды в схеме замещения.
 9. Параметры соленоидного индуктора конечной длины с загрузкой. Параметры индуктора с составной заготовкой. Параметры индуктора при нагреве пучка заготовок. Магнитная и электрическая схемы замещения.
 10. Плоская волна в двухслойной проводящей среде. Электрические параметры среды в схеме замещения.
 11. Параметры индуктора для нагрева пластины. Магнитная и электрическая схемы замещения.
- LMS-платформа – не предусмотрена

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.