

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра автоматизированных электротехнологических установок

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФМА
к.т.н. Вильбергер М. Е.
“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Электротермические процессы и установки

Образовательная программа: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, магистерская
программа: Автоматизированные электротехнологические комплексы

Курс: 1, семестр : 1

Факультет мехатроники и автоматизации,

		Семестр
№	Вид деятельности	1
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	5
2	Всего часов	180
3	Всего занятий в контактной форме, час.	84
4	Лекции, час.	18
5	Практические занятия, час.	36
6	Лабораторные занятия, час.	18
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	18
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	10
10	Самостоятельная работа, час.	96
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	КР
12	Вид аттестации	Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

ФГОС введен в действие приказом №1500 от 21.11.2014 г. , дата утверждения: 11.12.2014 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

АЭТУ, протокол заседания кафедры №4 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета мехатроники и автоматизации, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Горева Л. П.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Алиферов А. И.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Алиферов А. И.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОК.3 способность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала; в части следующих результатов обучения:	
у1. уметь применять современные методы проектирования, расчетов и моделирования электротехнических комплексов и их компонентов	
Компетенция ФГОС: ОПК.4 способность использовать углубленные теоретические и практические знания, которые находятся на передовом рубеже науки и техники в области профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:	
з6. знать физические основы способов электротеплового преобразования энергии	
Компетенция ФГОС: ПК.24 способность принимать решения в области электроэнергетики и электротехники с учетом энерго- и ресурсосбережения; в части следующих результатов обучения:	
з1. знать критерии энергетической эффективности электротехнических объектов и систем	
з3. знать современные методы и средства повышения энергоэффективности электротехнических объектов и систем	
у2. уметь оценивать энергетическую эффективность разрабатываемых объектов и систем	
Компетенция ФГОС: ПК.26 способность определять эффективные производственно-технологические режимы работы объектов электроэнергетики и электротехники; в части следующих результатов обучения:	
у2. уметь анализировать энергопотребление на различных стадиях и участках производственно-технологических процессов	
Компетенция ФГОС: ПК.3 способность оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий, объектов профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:	
з2. знать особенности функционирования объектов профессиональной деятельности	
Компетенция ФГОС: ПК.5 готовность проводить экспертизы предлагаемых проектно-конструкторских решений и новых технологических решений; в части следующих результатов обучения:	
з1. знать основные конструктивные решения электротехнологических установок, критерии целесообразности их использования для достижения поставленных целей	
у1. уметь анализировать достоинства и недостатки предлагаемых проектно-конструкторских решений	

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Электротермические процессы и установки</i>	
ОК.3.у1 уметь применять современные методы проектирования, расчетов и моделирования электротехнических комплексов и их компонентов	
1. знать методику расчета электрических и геометрических параметров дуговых установок	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.3.з2 знать особенности функционирования объектов профессиональной деятельности	
2. знать технологию плавки стали в электродуговых установках	Лекции; Самостоятельная работа
3. знать особенности электрических цепей с дугами, основы выбора электрических режимов работы электродуговых установок	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.4.з6 знать физические основы способов электротеплового преобразования энергии	
4. знать свойства электрической дуги, как способа преобразования электрической энергии в тепловую	Лекции; Самостоятельная работа
5. уметь строить вольт-амперные характеристики дуги	Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

ПК.5.31 знать основные конструктивные решения электротехнологических установок, критерии целесообразности их использования для достижения поставленных целей	
6.знать материалы, номенклатуру сечений, применяемых на различных участках вторичных токоподводов дуговых установок	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
7.уметь определять количество и конфигурацию сечения проводников по участкам вторичного токоподвода	Практические занятия; Самостоятельная работа
8.уметь рассчитывать конструктивные параметры электротермических установок	Практические занятия; Самостоятельная работа
9.знать конструктивное исполнение современных электродуговых установок	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.5.y1 уметь анализировать достоинства и недостатки предлагаемых проектно-конструкторских решений	
10.уметь рассчитывать активное и индуктивное сопротивления участка вторичного токоподвода	Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
11.знать причины и последствия переноса мощности по фазам трехфазной электродуговой установки	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.24.31 знать критерии энергетической эффективности электротехнических объектов и систем	
12.Об альтернативных электрическому способам получения жидкой стали.	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.24.33 знать современные методы и средства повышения энергоэффективности электротехнических объектов и систем	
13.знать этапы проектирования вторичного токоподвода электродуговой установки	Лекции; Самостоятельная работа
14.знать методику расчета активного и индуктивного сопротивления проводников вторичного токоподвода	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.24.y2 уметь оценивать энергетическую эффективность разрабатываемых объектов и систем	
15.знать технико-экономические характеристики, составляющие энергетического баланса дуговой установки и методику их расчета	Лекции; Самостоятельная работа
16.уметь рассчитывать электрические и рабочие характеристики и выбирать рациональный электрический режим работы дуговой установки	Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.26.y2 уметь анализировать энергопотребление на различных стадиях и участках производственно-технологических процессов	
17.уметь рассчитывать энергетический баланс электродуговой установки	Практические занятия; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 1				
Дидактическая единица: Теория электрической дуги и электрических цепей с дугами				
1. Электрическая дуга как один из видов разрядов в газе	0	2	3, 4	Конспектирование лекции. Вопросы лектору. Ответы на вопросы лектора.
2. Причины несимметрии трехфазного электропечного контура ДСП	0	2	11, 3	Конспектирование лекции. Вопросы лектору. Ответы на вопросы лектора.
3. Основные научно-технические проблемы и перспективы развития электротехнологии дугового нагрева	0	2	12, 4	Конспектирование лекции. Вопросы лектору. Ответы на вопросы лектора.

Дидактическая единица: Дуговые сталеплавильные электротехнологические установки (ДСП)				
4. Металлургические основы получения стали. Классическая и современная технологии получения стали в дуговой сталеплавильной электропечи	0	2	2	Конспектирование лекции. Вопросы лектору. Ответы на вопросы лектора.
5. Конструкция современной ДСП. Варианты конструктивного исполнения ванны печи, механизмов печи: наклона, подъема и поворота свода, перемещения электродов, зажима электродов.	0	2	9	Конспектирование лекции. Вопросы лектору. Ответы на вопросы лектора.
6. Методы внепечной обработки и непрерывной разливки стали. Современный отечественный агрегат "ковш-печь": конструкция и технологические возможности.	0	2	2	Конспектирование лекции. Вопросы лектору. Ответы на вопросы лектора.
7. Вторичный токоподвод: функции, требования к параметрам, этапы проектирования, конструктивное исполнение отдельных участков, методика расчета активного и индуктивного сопротивления.	0	2	13, 14, 6, 9	Конспектирование лекции. Вопросы лектору. Ответы на вопросы лектора.
8. Энергетический баланс современной ДСП	0	2	15	Конспектирование лекции. Вопросы лектору. Ответы на вопросы лектора.
Дидактическая единица: Руднотермические установки				
9. Особенности преобразования электрической энергии в тепловую в руднотермических печах (РТП). РТП для получения ферросплавов: технологический процесс, конструкция.	0	2	1, 15, 9	Конспектирование лекции. Вопросы лектору. Ответы на вопросы лектора.

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 1				
Дидактическая единица: Теория электрической дуги и электрических цепей с дугами				
1. Построение электрических и рабочих характеристик электродуговой установки	0	4	16	Создание в Ms Excel программы расчета электрических и рабочих характеристик электродуговой установки по известным формулам, построение графиков. Выбор диапазона оптимальных режимов работы.

2. Построение векторной диаграммы напряжений трехфазного электропечного контура с дугами.	4	4	16	Расчет по рабочему току напряжений на активных и индуктивных собственных и взаимных сопротивлениях вторичного токоподвода ДСП. Построение в среде AutoCad векторной диаграммы и определение по ней напряжений дуг в фазах. Расчет коэффициента несимметрии мощностей дуг. Построение электрических характеристик с учетом несимметрии фаз по результатам каждого студента. Работа на лабораторном
3. Статические характеристики дуги постоянного тока.	4	4	5	стенде по снятию экспериментальных характеристик и обработка полученных данных с использованием метода планирования эксперимента, а также выбор параметров электрического контура, обеспечивающих устойчивость горения электрической дуги
Дидактическая единица: Дуговые сталеплавильные электротехнологические установки (ДСП)				
4. Исследование параметров участка вторичного токоподвода электродуговой установки в зависимости от взаимного расположения проводников.	6	6	10	Построение таблицы исходных данных для варианта задания. Вариантные расчеты по программе в Ms Excel, построение графиков зависимости активного и индуктивного сопротивления, а также их коэффициентов асимметрии в зависимости от заданного размера, анализ полученных результатов.

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 1				
Дидактическая единица: Теория электрической дуги и электрических цепей с дугами				
1. Построение динамических вольт-амперных характеристик дуги переменного тока по осциллограммам тока и напряжения дуги.	2	2	3	Работа с реальными осциллограммами электродугового разряда.
2. Построение регулировочной характеристики дуги	0	2	5	Геометрические построения с использованием вольт-амперных характеристик дуги и источника ее питания
3. Электрические и рабочие характеристики электродуговой установки.	0	2	16	Электрические и рабочие характеристики электродуговой установки.

4. Моделирование трехфазных несимметричных цепей с дугами	0	2	16	Применение модели трехфазной несимметричной цепи с дугами для построения электрических характеристик ДСП с учетом несимметрии
Дидактическая единица: Дуговые сталеплавильные электротехнологические установки (ДСП)				
5. Энергетический баланс электродуговой установки.	0	4	17	Применение основных законов физики для определения статей энергетического баланса дуговой сталеплавильной электропечи.
6. Расчет параметров плавильного пространства ДСП.	0	2	8	По заданной емкости печи и ее технологическому назначению согласно инженерной методике определяются геометрические размеры плавильного пространства.
7. Расчет длины кабельной гирлянды ДСП	2	2	8	Используя техническую документацию на действующую ДСП, определение пространственных координат точек крепления подвижного и неподвижного концов кабельной гирлянды в технологической позиции, требующей максимальной ее длины.
8. Расчет сечений и количества проводников на участке вторичного токоподвода плавильной ЭТУ.	0	2	6, 7	Исходя из номинального рабочего режима, разрабатывается конструктивное исполнение участков вторичного токоподвода электродуговой установки. При этом необходимо обосновать выбор предельного значения плотности тока по участкам и выбрать параметры сечений из стандартной номенклатуры.
9. Расчет активного сопротивления участка трубошин электрододержателя ДСП	0	4	10	Расчет электрических параметров участка вторичного токоподвода по инженерной методике. Исходные данные определяются по технической документации на реальные установки.
10. Расчет индуктивного сопротивления участка трубошин электрододержателя ДСП	0	4	10	Расчет электрических параметров участка вторичного токоподвода по инженерной методике. Исходные данные определяются по технической документации на реальные установки.
Дидактическая единица: Руднотермические установки				

11. Разработка конструкции участка шихтованного пакета РТП	0	2	7	С помощью эмпирических формул, разработанных на кафедре АЭТУ в ходе выполнения государственного контракта по аналитической ведомственной целевой программе "Развитие научного потенциала высшей школы 2009-2011", определяются активное и индуктивное сопротивления участка. Исследуется влияние расстояния между проводниками и способа перешихтовки проводников на параметры участка. Рекомендуется использование MS Excel
12. Расчет электрических и геометрических параметров РТП.	0	2	8	По инженерной методике определяются электрические и геометрические параметры РТП. В процессе выполнения необходимо изучить технические характеристики аналогичных эксплуатирующихся установок и выбрать образцовую. Исходными данными являются технологический процесс, параметры образцовой печи, производительность и удельный расход электроэнергии проектируемой установки.
13. Расчет параметров неподвижной части вторичного токоподвода РТП, выполненного в виде прямоугольных шин.	0	2	10	С помощью эмпирических формул, разработанных на кафедре АЭТУ в ходе выполнения государственного контракта по аналитической ведомственной целевой программе "Развитие научного потенциала высшей школы 2009-2011", определяются активное и индуктивное сопротивления участка. Исследуется влияние расстояния между проводниками и способа перешихтовки проводников на параметры участка. Рекомендуется использование MS Excel

14. Расчет параметров неподвижной части вторичного токоподвода РТП, выполненного в виде трубошин при трех различных способах перешихтовки.	0	4	10	С помощью эмпирических формул, разработанных на кафедре АЭТУ в ходе выполнения государственного контракта по аналитической ведомственной целевой программе "Развитие научного потенциала высшей школы 2009-2011", определяются активное и индуктивное сопротивление участка. Исследуется влияние расстояния между проводниками и способа перешихтовки проводников на параметры участка. Рекомендуются использование MS Excel
--	---	---	----	--

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 1				
1	Курсовая работа	1, 15, 16, 17, 2, 8, 9	28	4
Целью курсовой работы является получение практических навыков расчета основных конструктивных, электрических и технико-экономических параметров электродуговых установок. Темой курсовой работы является разработка и расчет одного типоразмера дуговой сталеплавильной или руднотермической установки. В пояснительной записке освещаются следующие вопросы: 1. Краткое описание технологического процесса, проводимого в данной установке. 2. Определение геометрических размеров установки. 3. Составление энергетического баланса. 4. Выбор источника питания. 5. Расчет активного и реактивного сопротивления одного из участков вторичного токоподвода. 6. Расчет электрических и рабочих характеристик установки. 7. Сравнительный анализ основных показателей спроектированной установки с серийными установками аналогичного назначения и типоразмера. Примерный объем пояснительной записки курсовой работы - 30-40 страниц формата А4. Графическая часть работы включает в себя эскиз общего вида установки. Объем графической част: Горева Л. П. Электродуговые установки [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Л. П. Горева, Р. А. Бикеев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_1182_1323842389.doc. - Загл. с экрана. Электродуговые установки. Рудно-термические установки : методические указания к выполнению курсовых и дипломных проектов для дневного и заочного отделений специальности 140605 - "Электротехнологические установки и системы" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. М. Н. Курапина, Л. П. Горева]. - Новосибирск, 2008. - 25, [2] с. : табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/2008_3594.pdf				
2	Подготовка к занятиям	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	53	4

Для успешного усвоения материалов лекций и более эффективного использования аудиторного времени предполагается, что студент перед каждой лекцией тратит 1 час на повторение пройденного материала, 2 часа на подготовку к практическому занятию и перед каждой лабораторной работой - 2 часа на изучение методических материалов и подготовку заготовки отчета. : Горева Л. П. Электротермические процессы и установки [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Л. П. Горева, Р. А. Бикеев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000192624. - Загл. с экрана.

3	Подготовка к аттестации	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	15	2
---	-------------------------	---------------------------	----	---

Работа с литературой по дисциплине, конспектом лекций.: Горева Л. П. Электротермические процессы и установки [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Л. П. Горева, Р. А. Бикеев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000192624. - Загл. с экрана.

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail; Портал НГТУ
Консультирование	e-mail; Портал НГТУ
Контроль	e-mail

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Максимальный балл
Семестр: 1	
<i>Лекция:</i>	3
<i>Лабораторная:</i>	21
<i>Практические занятия:</i>	36
<i>Курсовая работа: Итого</i>	100
Контролирующие материалы приводятся в "Электротехнологические установки и системы. Электродуговые установки : методические указания к лабораторным работам для 5 курса специальности 140605 - "Электротехнологические установки и системы" электромеханического факультета дневного и заочного отделений / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Л. П. Горева, Р. А. Бикеев]. - Новосибирск, 2006. - 34, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2006/06_Goreva.rar	
<i>Экзамен:</i>	40

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля		
		Защита ЛР	Защита КП/КР	Экзамен
ОК.3	у1. уметь применять современные методы проектирования, расчетов и моделирования электротехнических комплексов и их компонентов			+
ОПК.4	з6. знать физические основы способов электротеплового преобразования энергии	+		+
ПК.24	з1. знать критерии энергетической эффективности электротехнических объектов и систем			+
	з3. знать современные методы и средства повышения энергоэффективности электротехнических объектов и систем			+
	у2. уметь оценивать энергетическую эффективность разрабатываемых объектов и систем	+	+	+
ПК.26	у2. уметь анализировать энергопотребление на различных стадиях и участках производственно-технологических процессов		+	+
ПК.3	з2. знать особенности функционирования объектов профессиональной деятельности		+	+
ПК.5	з1. знать основные конструктивные решения электротехнологических установок, критерии целесообразности их использования для достижения поставленных целей		+	
	у1. уметь анализировать достоинства и недостатки предлагаемых проектно-конструкторских решений	+		+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Гудим Ю. А. Производство стали в дуговых печах : конструкции, технология, материалы / Ю. А. Гудим, И. Ю. Зинуров, А. Д. Киселев. - Новосибирск, 2010. - 546 с. : ил., табл.. - Доп. тит. л. англ..
2. Горева Л. П. Электротехнологические установки и системы. Электродуговые установки : учебное пособие / Л. П. Горева ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 109, [2] с. : схемы. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000088268. - Инновационная образовательная программа НГТУ «Высокие технологии».
3. Теория и практика применения дуговых электропечей : интенсивный курс : специализация II / [А. И. Алиферов и др.]. - Санкт-Петербург, 2013. - 233 с. : ил.. - В надзаг.: 511086-TEMPUS-1-2010-1-DE-TEMPUS-JPCR.
4. Горева Л. П. Короткие сети руднотермических электропечей [Электронный ресурс] : конспект лекций / Л. П. Горева ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000183221. - Загл. с экрана.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>

4. ЭБС "Znanium.com" : <http://znanium.com/>

5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Электротехнологические установки и системы. Электродуговые установки : методические указания к лабораторным работам для 5 курса специальности 140605 - "Электротехнологические установки и системы" электромеханического факультета дневного и заочного отделений / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Л. П. Горева, Р. А. Бикеев]. - Новосибирск, 2006. - 34, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2006/06_Goreva.rar
2. Горева Л. П. Электродуговые установки [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Л. П. Горева, Р. А. Бикеев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_1182_1323842389.doc. - Загл. с экрана.
3. Электродуговые установки. Рудно-термические установки : методические указания к выполнению курсовых и дипломных проектов для дневного и заочного отделений специальности 140605 - "Электротехнологические установки и системы" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. М. Н. Курапина, Л. П. Горева]. - Новосибирск, 2008. - 25, [2] с. : табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/2008_3594.pdf
4. Горева Л. П. Электротермические процессы и установки [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Л. П. Горева, Р. А. Бикеев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000192624. - Загл. с экрана.
5. Горева Л. П. Электротермические процессы и установки. Электродуговые установки [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Л. П. Горева ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000183017. - Загл. с экрана.

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 Autodesk AutoCAD

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Демонстрация графического материала в лекционном курсе

Компьютерный класс

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet)	Проведение лабораторных работ

Лабораторный стенд

№	Наименование	Назначение
---	--------------	------------

1	Учебно-научный стенд плазменно-дуговой сварки	Проведение лабораторной работы. Исследование характеристик дугового разряда.
---	---	---

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра автоматизированных электротехнологических установок

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФМА
к.т.н., доцент М.Е. Вильбергер
“ ” _____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Электротермические процессы и установки

Образовательная программа: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, магистерская
программа: Автоматизированные электротехнологические комплексы

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Электротермические процессы и установки приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля	Промежуточная аттестация
ОК.3 способность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала	у1. уметь применять современные методы проектирования, расчетов и моделирования электротехнических комплексов и их компонентов	Особенности преобразования электрической энергии в тепловую в руднотермических печах (РТП). РТП для получения ферросплавов: технологический процесс, конструкция.		Экзамен, вопросы 33 -40
ОПК.4 способность использовать углубленные теоретические и практические знания, которые находятся на передовом рубеже науки и техники в области профессиональной деятельности	з6. знать физические основы способов электротеплового преобразования энергии	Основные научно-технические проблемы и перспективы развития электро-технологии дугового нагрева. Построение регулировочной характеристики дуги. Статические характеристики дуги постоянного тока. Электрическая дуга как один из видов разрядов в газе.	Отчет по лабораторной работе №3	Экзамен, вопросы 1 - 6
ПК.24 способность принимать решения в области электроэнергетики и электротехники с учетом энерго-и ресурсосбережения	з1. знать критерии энергетической эффективности электротехнических объектов и систем	Основные научно-технические проблемы и перспективы развития электро-технологии дугового нагрева		Экзамен, вопросы 40 - 44
	з3. знать современные методы и средства повышения энергоэффективности электротехнических объектов и систем	Вторичный токоподвод: функции, требования к параметрам, этапы проектирования, конструктивное исполнение отдельных участков, методика расчета активного и индуктивного сопротивления.		Экзамен, вопросы 21 - 24
	у2. уметь оценивать энергетическую эффективность разрабатываемых объектов и систем	Особенности преобразования электрической энергии в тепловую в руднотермических печах (РТП). РТП для получения ферросплавов: технологический процесс, конструкция. Построение векторной диаграммы напряжений трехфазного электропечного контура с дугами. Построение электрических и рабочих характеристик электродуговой установки. Электрические и рабочие характеристики электродуговой установки. Энергетический баланс современной ДСП	Курсовая работа, раздел 4. Отчет по лабораторной работе №1, 2	Экзамен, вопросы 25 - 26
ПК.26 способность определять эффективные производственно-технологические режимы работы объектов электроэнергетики и электротехники	у2. уметь анализировать энергопотребление на различных стадиях и участках производственно-технологических процессов	Энергетический баланс электродуговой установки.	Курсовая работа, раздел 5.	Экзамен, вопросы 27 - 31
ПК.3 способность оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий, объектов профессиональной деятельности	з2. знать особенности функционирования объектов профессиональной деятельности	Металлургические основы получения стали. Классическая и современная технологии получения стали в дуговой сталеплавильной электропечи Методы внепечной обработки и непрерывной разливки стали. Современный отечественный агрегат "ковш-печь": конструкция и технологические возможности. Причины асимметрии трехфазного	Курсовая работа, раздел 1.	Экзамен, вопросы 7 - 14

		электропечного контура ДСП Электрическая дуга как один из видов разрядов в газе		
ПК.5 готовность проводить экспертизы предлагаемых проектно-конструкторских решений и новых технологических решений	з1. знать основные конструктивные решения электротехнологических установок, критерии целесообразности их использования для достижения поставленных целей	Расчет параметров плавильного пространства ДСП. Расчет электрических и геометрических параметров РТП.	Курсовая работа, раздел 3.	
	у1. уметь анализировать достоинства и недостатки предлагаемых проектно-конструкторских решений	Исследование параметров участка вторичного токоподвода электродуговой установки в зависимости от взаимного расположения проводников. Причины асимметрии трехфазного электропечного контура ДСП Расчет активного сопротивления участка трубошин электрододержателя ДСП Расчет индуктивного сопротивления участка трубошин электрододержателя ДСП	Отчет по лабораторной работе №4	Экзамен, вопросы 15 - 20

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 1 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОК.3, ОПК.4, ПК.24, ПК.26, ПК.3, ПК.5.

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: 2 теоретических вопроса, третий вопрос – задача, одна из рассмотренных на практических занятиях.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 1 семестре обязательным этапом текущей аттестации является курсовая работа. Требования к выполнению курсовой работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте курсовой работы.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОК.3, ОПК.4, ПК.24, ПК.26, ПК.3, ПК.5, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные

задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт экзамена

по дисциплине «Электротермические процессы и установки», 1 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: 2 теоретических вопроса выбираются из вопросов, приведенных в п.4, третий вопрос – задача, одна из рассмотренных на практических занятиях. В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФМА

Билет № 1

к экзамену по дисциплине «Электротермические процессы и установки»

1. Условие устойчивого горения дуги постоянного тока. Методы регулирования мощности дуги и области их применения.
2. Электроды ДСП и РТП: материалы, конструкции, механизмы, обеспечивающие работу.
3. Активное и индуктивное сопротивление вторичного токоподвода равны соответственно 0,35 и 3,5 мОм. Напряжение и ток дуги соответственно 260 В, 90 кА. Определите коэффициент мощности в этом режиме.

Утверждаю: зав. кафедрой АЭТУ _____ Алиферов А.И.

(подпись)

(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет *менее 20 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает не принципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет *20 -25 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные

характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет 26 -32 балла.

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет 33 - 40 баллов.

3. Шкала оценки

Работа студента по дисциплине оценивается по балльно-рейтинговой системе. Работа в семестре до 60 баллов, экзамен до 40 баллов, и отдельно до 100 баллов оценивается курсовая работа.

В таблице 1 приводится максимальное количество баллов по каждому виду работ в семестре, в том числе за экзамен.

Таблица 1

Вид работы	Количество	Количество баллов
Лекция	9	2/3
Лабораторная работа:	4	Максимум
- выполнение		4
- защита		5
Практическое занятие:	18	1
Итого	$9.2/3+4.(4+5)+18.1=60$	
Экзамен	Максимум по 12 баллов за теоретические вопросы и 16 баллов за практическое задание.	

В таблице 2 приводится соответствие процентного отношения к максимальному количеству баллов для различных видов работ уровням сформированности компетенций.

Таблица 2

Уровни сформированности компетенций	Процент от максимального количества баллов
Пороговый	50
Базовый	70
Продвинутый	100

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Электротермические процессы и установки»

1. Свойства электрической дуги, как источника тепловой энергии и ее технологическое назначение.
2. Свойства электрической дуги, как одного из видов разрядов в газе.
3. Вольт-амперная характеристика дуги постоянного тока.
4. Условие устойчивого горения дуги постоянного тока. Методы регулирования мощности дуги и области их применения.
5. Зависимость вида динамической вольт амперной характеристики дуги переменного тока от условий горения дуги.
6. Условие непрерывного горения дуги переменного тока.
7. Каковы преимущества электросталеплавильной технологии перед другими способами производства стали?
8. Основные этапы электросталеплавильного производства.
9. Классическая технология производства стали в ДСП.
10. Современная технология производства стали в ДСП
11. Роль шлака в металлургических процессах при плавке стали.

12. Требования к свойствам шлака при производстве стали.
13. Методы внепечной обработки стали. Их назначение и область применения.
14. Каковы преимущества использования внепечной обработки стали?
15. Конструкция современной ДСП.
16. Способы выпуска металла из ДСП. Их сравнительная характеристика.
17. Электроды ДСП и РТП: материалы, конструкции, механизмы, обеспечивающие работу.
18. Способы выпуска продукции в РТП.
19. Конструкция электропечей для получения ферросилиция.
20. Конструкция агрегата «ковш-печь».
21. Вторичный токоподвод: функции, требования к параметрам, этапы проектирования.
22. Для чего используются такие конструктивные приемы при проектировании вторичного токоподвода как триангуляция и бифилирование.
23. Вторичный токоподвод: конструктивное исполнение участков.
24. Вторичный токоподвод: методика расчета параметров.
25. Математические модели трехфазного электропечного контура с дугами.
26. Перенос мощности в ДП. Причины, последствия.
27. Электрические характеристики электродуговой установки.
28. Энергетический баланс ДСП: приходные статьи. Современные приемы увеличения приходных статей баланса.
29. Энергетический баланс ДСП: расходные статьи. Как удельная величина расходных статей зависит от емкости печи?
30. Тепловые потери ДСП.
31. Рабочие характеристики электродуговых установок.
32. Техничко-экономические показатели работы современных ДСП.
33. Технологическое назначение руднотермических печей.
34. Технология получения ферросилиция.
35. В чем преимущества получения ферросплавов перед получением чистых металлов?
36. Условия горения дуги в РТП.
37. Маркировка ферросплавов.
38. Характеристики шлака: кратность, основность. Чем определяется кратность шлака при производстве ферросплавов.
39. Получение феррохрома: особенности технологии, особенности конструкций печей.
40. Получение ферромарганца: особенности технологии, особенности конструкций печей.
41. Методика и последовательность расчета электрических и геометрических параметров РТП.
42. Параметры плавильного пространства дуговой сталеплавильной печи.
43. Сравнительная характеристика дуговых печей постоянного и переменного тока.
44. Электродинамические взаимодействия в ДСП: влияние на работу печи, параметры, влияющие на уровень взаимодействий.

Паспорт курсовой работы

по дисциплине «Электротермические процессы и установки», 1 семестр

1. Методика оценки.

Задание: разработка и расчет одного типоразмера дуговой сталеплавильной или руднотермической установки. В приложении 1 дан бланк задания на курсовую работу.

Структура пояснительной записки:

1. Краткое описание технологического процесса, проводимого в данной установке.
2. Описание конструкции установки.
3. Определение геометрических размеров рабочего пространства установки.
4. Составление энергетического баланса.
5. Расчет электрических и рабочих характеристик установки.

В приложении 2 дан бланк титульного листа пояснительной записки.

Этапы выполнения и защиты:

Задание на курсовую работу выдается на первой неделе семестра. Разделы работы выполняются по мере рассмотрения соответствующих тем в лекционном курсе и на практических и лабораторных занятиях, до 12 недели.

Оцениваемые позиции: выполнение и защита каждого из 5 разделов курсовой работы.

2. Критерии оценки.

Пороговый. Уровень выполнения работы отвечает большинству основных требований, необходимые практические навыки выполнения расчетов в основном сформированы, предусмотренных заданием разделы выполнены, некоторые задания выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работы отвечает всем основным требованиям, практические навыки выполнения расчетов сформированы недостаточно, все предусмотренные заданием разделы выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий содержат неточности.

Продвинутый. Уровень выполнения работы отвечает всем требованиям, необходимые практические навыки выполнения расчетов сформированы, все предусмотренные заданием разделы выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

В таблице 1 приводится распределение баллов при выполнении курсовой работы. Указаны баллы за выполнение и защиту каждого раздела курсовой работы.

Таблица 1

№	Наименование раздела	Выполнение			Защита		
		Поро- говый	Базо- вый	Продви- нутый	Поро- говый	Базо- вый	Продви- нутый
1	Описание технологического процесса, проводимого в данной установке.	4	6	8	4	6	8
2	Описание конструкции.	4	6	8	4	6	8
3	Определение геометрических размеров установки.	6	8	10	6	8	10
4	Составление энергетического баланса и выбор источника питания.	6	9	12	6	9	12
5	Расчет электрических и рабочих характеристик установки.	6	9	12	6	9	12

- работа считается **не выполненной**, если общая оценка за выполнение и защиту составляет менее 50 баллов.
- работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если общая оценка за выполнение и защиту составляет от 50 до 72 баллов.
- работа считается выполненной **на базовом** уровне, если общая оценка за выполнение и защиту составляет от 73 до 86 баллов.
- работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если общая оценка за выполнение и защиту составляет от 87 до 100 баллов.

3. Примерный перечень тем курсовой работы.

- Дуговая сталеплавильная печь емкостью 50 тонн с подвижной частью вторичного токоподвода, выполненной из трубошин.
- Руднотермическая печь для производства ферросилиция марки ФС45 производительностью 44000 т/год.
- Дуговая сталеплавильная печь емкостью 125 тонн с повышенным напряжением питания.
- Дуговая сталеплавильная печь емкостью 100 тонн с эркерным сливом металла.

4. Перечень вопросов к защите курсовой работы.

Ниже приведен список для защиты каждого из вышеперечисленных разделов курсовой работы.

Раздел: Описание технологического процесса

1. Какие примеси надо удалить из стали в процессе ее производства?
2. Какой технологический прием приводит к интенсивному перемешиванию металлической ванны ДСП?
3. Перечислите основные этапы сталеплавильного производства.
4. Назовите основные этапы плавки в современной ДСП.
5. В какие периоды плавки создаются благоприятные условия для удаления фосфора?
6. Что такое основность шлака?
7. Какие печи называются кислыми, а какие основными?
8. Какие материалы загружаются в печь для повышения основности шлака?
9. Назовите основные экзотермические реакции при плавке стали в ДСП.
10. По какому параметру определяют, что печь является сверхвысокомощной?

Раздел: Описание конструкции

1. Перечислите схемы слива металла, существующие в ДСП.
2. Какие элементы входят в конструкцию водоохлаждаемых кабелей для ДСП?
3. Перечислите механизмы, которыми оборудуются ДСП.
4. Какие два варианта конструкции токоподвода от кабельной гирлянды к электроду Вы знаете?
5. Перечислите водоохлаждаемые элементы конструкции ДСП.
6. Для чего предназначены отверстия в своде ДСП?
7. Из чего состоит футеровка мощных ДСП?

Раздел : Определение геометрических размеров установки

1. Чем определяется необходимая длина кабельной гирлянды ДСП?
2. Что должен обеспечивать объем рабочего пространства ДСП?
3. Как влияет высота рабочего пространства на расход электродов?
4. На что влияет величина диаметра распада электродов ДСП?
5. Какое конструктивное решение позволяет уменьшить длину кабельной гирлянды?
6. О чем говорит соотношение диаметра и глубины ванны металла в ДСП?

Раздел: Составление энергетического баланса и выбор источника питания.

1. Какова цель построения энергетического баланса?
2. На основе чего определяется суммарное количества тепла химических реакций в энергетическом балансе?
3. Чем определяется тепло дополнительных источников в энергетическом балансе ДСП?
4. Из каких составляющих складываются тепловые потери ДСП?
5. Как меняется тепловой КПД ДСП при увеличении ее емкости?
6. Запишите формулу для расчета полезного тепла в энергетическом балансе ДСП.
7. Перечислите способы уменьшения удельного расхода электроэнергии при производстве стали в ДСП.
8. Какие существуют способы увеличения тепла шихтовых материалов в энергетическом балансе ДСП?
9. Как определяется необходимое количество электроэнергии в энергетическом балансе ДСП?
10. Как по энергетическому балансу плавки определить удельный расход электроэнергии?

Раздел: Расчет электрических и рабочих характеристик дуговой установки

1. Нарисуйте схему замещения электропечного контура ДСП, позволяющую получить аналитические зависимости для электрических характеристик.
2. Каково основное допущение, позволяющее строить электрические характеристики по однофазной схеме замещения?
3. В каких единицах измеряются производительность и удельный расход электроэнергии дуговой установки?
4. Запишите уравнение баланса активной мощности дуговой установки.
5. Какова цель построения электрических характеристик дуговой установки?
6. Чем определяется диапазон допустимых электрических режимов?
7. Чем определяется диапазон допустимых рабочих режимов?
8. Запишите выражение для тока короткого замыкания по однофазной схеме замещения электропечного контура дуговой установки.
9. Чему равен коэффициент мощности в режиме максимума активной мощности?
10. Запишите выражение для расчета характеристики электрических потерь дуговой установки.
11. Чем определяется величина коэффициента мощности в режиме короткого замыкания?