

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

Кафедра электротехники (Э_ПИ)

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий ОП ВО

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Кафедра электротехники (Э_ПИ)

наименование кафедры

Д.т.н., профессор В.Н.Тимофеев

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МАГНИТНАЯ ГИДРОДИНАМИКА
В МЕТАЛЛУРГИИ**

Дисциплина Б1.В.ДВ.08.02 Магнитная гидродинамика в металлургии

Направление подготовки /
специальность 13.03.02 Электроэнергетика и
электротехника

Направленность
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2021

Красноярск 2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования с учетом профессиональных стандартов по укрупненной группе

130000 «ЭЛЕКТРО- И ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА»

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Программу
составили

К.т.н., Доцент, Головенко Е.А.

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью изучения дисциплины является ознакомление с магнитогидро-динамическими явлениями, происходящими в устройствах, принцип действия которых основан на взаимодействии магнитного поля с жидкими металлами, с ролью МГД-технологий и устройств в технологических процессах плавки, приготовления, транспортировки, рафинирования и кристаллизации металлических сплавов, с методами математического моделирования МГД устройств и основами их проектирования

1.2 Задачи изучения дисциплины

Задачами изучения дисциплины являются формирование у будущих бакалавров теоретических знаний в области прикладной магнитной гидродинамики, умение строить расчетные модели и проводить расчеты электромагнитных, тепловых и гидродинамических процессов в электротехнологических установках металлургического назначения, иметь широкое представление по практическому использованию МГД технологий в металлургии

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

ПК-1:Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	
ПК-1.5:Способен решать производственно-технические задачи по техническому перевооружению и реконструкции объектов профессиональной деятельности	
Уровень 1	правила выполнения текстовых и графических документов, входящих в состав проектной документации
Уровень 1	применять методики предпроектного обследования оборудования, для которого разрабатывается электротехнологическая система
Уровень 1	методикой изучения технической документации на оборудование, для которого разрабатывается система электропривода

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Для изучения дисциплины "Магнитная гидродинамика в металлургии" необходимо освоение дисциплин

Теория автоматического управления

Гидродинамика

Теоретические основы электротехники

Математика

Физика

Дисциплины, для которых освоение "Магнитной гидродинамики в металлургии" необходимо как предшествующее

Гидродинамика

Источники питания электротехнологических установок

1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр	
		6	7
Общая трудоемкость дисциплины	8 (288)	4 (144)	4 (144)
Контактная работа с преподавателем:	3,5 (126)	2 (72)	1,5 (54)
занятия лекционного типа	1 (36)	0,5 (18)	0,5 (18)
занятия семинарского типа			
в том числе: семинары			
практические занятия	0,5 (18)	0,5 (18)	
практикумы			
лабораторные работы	2 (72)	1 (36)	1 (36)
другие виды контактной работы			
в том числе: групповые консультации			
индивидуальные консультации			
иная внеаудиторная контактная работа:			
групповые занятия			
индивидуальные занятия			
Самостоятельная работа обучающихся:	3,5 (126)	2 (72)	1,5 (54)
изучение теоретического курса (ТО)			
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)			
реферат, эссе (Р)			
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет	Нет
Промежуточная аттестация (Зачёт) (Экзамен)	1 (36)		1 (36)

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Раздел 1. Практическое применение основы производства первичного алюминия и алюминиевых сплавов	8	6	0	35	
2	Раздел 2. Прикладная магнитная гидродинамика и применение МГД-технологий и устройств в металлургии	10	12	10	37	
3	Раздел 3. Индукционная и канальная печи с МГД вращателями расплава	8	0	26	12	
4	Раздел 4. Кондукционный и индукционный МГД насосы для транспортирования и дозирования расплавов	3	0	4	23	

5	Раздел 5. МГД перемешивание расплава в печах и миксерах	2	0	0	7	
6	Раздел 6. Применение МГД технологий и устройств в установках рафинирования	2	0	18	7	
7	Раздел 7. Применение МГД технологий и устройств в установках литья	3	0	14	5	
Всего		36	18	72	126	

3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Алюминий и алюминиевые сплавы в жизни человека. Электролиз окиси алюминия.	2	0	0
2	1	Оборудование приготовления алюминиевых сплавов	2	0	0
3	1	Вспомогательное оборудование в производстве алюминиевых сплавов	2	0	0
4	1	Литейное оборудование	2	0	0
5	2	Прикладная магнитная гидродинамика. Уравнения магнитной гидродинамики	2	0	0
6	2	Основы математического моделирования МГД-устройств.	4	0	0

7	2	Применение МГД-технологий и устройств в производстве алюминиевых сплавов. Плавильно-литейный агрегат с МГД-устройством	4	0	0
8	3	Устройство и принцип работы ИКП. Получение вращающегося магнитного поля в канале.	4	0	0
9	3	Устройство и принцип работы ИТП. Получение вращающегося магнитного поля в расплаве	4	0	0
10	4	Устройство и принцип работы кондукционного МГД-насоса. Электрическая, магнитная и гидравлические цепи. Режимы работы кондукционного МГД-насоса.	1	0	0
11	4	Устройство и принцип работы индукционного МГД-насоса.	1	0	0
12	4	Анализ электромагнитных характеристик индукционного МГД-насоса аналитическим методом. Одномерная задача. Расчетная модель, допущения, решения.	1	0	0
13	5	МГД-перемешивания расплава в миксерах и печах	1	0	0
14	5	Анализ электромагнитных процессов в системе индуктор –ванна с расплавом	1	0	0

15	6	Способы рафинирования алюминиевых расплавов. МГД перемешивание в установках рафинирования.	1	0	0
16	6	Установка рафинирования на базе индукционной единицы	1	0	0
17	7	МГД-перемешиватели жидкой сердцевины при кристаллизации алюминиевых слитков	1	0	0
18	7	Установка литья с электромагнитным кристаллизатором. Достоинства, недостатки	2	0	0
Всего			26	0	0

3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Электролиз окиси алюминия. Краснорский алюминиевый завод	2	0	0
2	1	Получение вторичного алюминия. Литейно-плавильное производство на КраЗе и КраМзе.	4	0	0
3	2	Устройство и принцип действия индукционной канальной печи с МГД - вращателем расплава	4	0	0
4	2	Устройство и принцип действия индукционной тигельной печи с МГД - вращателем расплава	4	0	0
5	2	Уравнение прикладной гидродинамики. Постановка краевых задач	4	0	0
Всего			18	0	0

3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	2	Математическое моделирование. Достоинства и недостатки аналитического, полуаналитического и численного моделирования. Работа в компьютерном классе	10	0	0
2	3	Принципы получения вращающихся и бегущих магнитных полей	8	0	0
3	3	Исследование МГД-перемешивания в цилиндрической ванне (тигельная печь)	8	0	0
4	3	Исследования МГД-перемешивания в канальной части	10	0	0
5	4	Исследование индукционного насоса жидких металлов	4	0	0
6	6	Применение МГД - технологий и устройств в установках рафинирования	18	0	0
7	7	Применение МГД технологий и устройств в установках литья	14	0	0
Всего			72	0	0

4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Брановер Г. Г., Цинобер А. Б.	Магнитная гидродинамика несжимаемых сред: монография	Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1970

5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Бааке Э., Барглик Д., Луи С., Никаноров А., Павлов Е., Павлов С., Первухин М., Тимофеев В., Тимофеев С., Хацаюк М., Якович А.	МГД технологии в металлургии. Интенсивный курс Специализация IV: в 6-ти книгах	Санкт-Петербург, 2013
Л1.2	Алиферов А. И., Бааке Э., Барглик Д., Галунин С. А., Горева Л. П., Долега Д., Дугиеро Ф., Луи С., Наке Б., Павлов С., Печенков А. Ю., Смальцеж А., Форцан М., Якович А.	Теоретические основы и аспекты электротехнологий. Физические принципы и реализация. Интенсивный курс Основы I: курс лекций	Санкт-Петербург: СПбГЭТУ ЛЭТИ, 2013
Л1.3	Алиферов А. И., Бааке Э., Барглик Д., Бикеев Р. А., Брессан Ф., Ди Барба П., Горева Л. П., Луи С., Наке Б., Никаноров А., Павлов С., Плешивцева Ю. Э., Рапопорт Э. Я., Смальцеж А., Спитан С., Форцан М., Якович А.	Оптимизация и управление электротехнологическими системами. Интенсивный курс Специализация III: курс лекций	Санкт-Петербург: СПбГЭТУ ЛЭТИ, 2013

Л1.4	Алиферов А. И., Бааке Э., Барглик Д., Галунин С. А., Луци С., Наке Б., Павлов С., Печенков А. Ю., Форцан М., Якович А.	Технологии индукционного нагрева. Интенсивный курс. Специализация I: [курс лекций]	Санкт- Петербург: СПбГЭТУ "ЛЭТИ", 2013
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Кирко И. М., Кирко Г. Е.	Магнитная гидродинамика. Современное видение проблем: монография	Москва: Институт компьютерных исследований, 2009
Л2.2	Кирко И. М., Кирко Г. Е., Поздеев А. А.	Магнитная гидродинамика при экстремальных процессах: монография	Москва: Наука, 1982
Л2.3	Первухин М. В., Тимофеев В. Н.	Современные электротехнологии для производства высококачественных алюминиевых сплавов: монография	Красноярск: СФУ, 2015
Л2.4	Тимофеев В. Н., Головенко Е. А., Кузнецов Е. В.	Прикладная магнитная гидродинамика: учебно-методический комплекс дисциплины [для студентов напр. 14.02.00 "Электроэнергетика и электротехника"]	Красноярск: ИПК СФУ, 2007
6.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Верте Л. А.	Магнитная гидродинамика в металлургии	Москва: Металлургия, 1975
Л3.2	Повх И. Л., Капуста А. Б., Чекин Б. В.	Магнитная гидродинамика в металлургии	Москва: Металлургия, 1974
Л3.3	Брановер Г. Г., Цинобер А. Б.	Магнитная гидродинамика несжимаемых сред: монография	Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1970

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Учебный материал дисциплины распределяется по разделам и темам.

При изучении дисциплины основными видами учебной работы являются аудиторные занятия (в том числе: лекции, практические и лабораторные работы), самостоятельная работа.

Должны приниматься во внимание следующие аспекты организации учебного процесса:

1. Активное посещение студентами лекций.
2. Уровень и глубина проработки теоретического материала при написании текущих контрольных работ.
3. Качество выполнения практических работ. Оцениваются: понимание логики предложенной методики проведения практической работы, качество полученных данных, тщательность выполнения расчетов, анализ погрешностей и правдоподобности конечных результатов, уровень подготовки и оформления результатов работы, правильность и наглядность представления иллюстративного материала (рисунков, графиков и т.д.).
4. Контрольные работы по итогам изучения модулей. Оценивается уровень усвоения теоретического материала по данному разделу

9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

9.1.1	Лицензионное программное обеспечение MathCad, AutoCad.
-------	--

9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

9.2.1	Индивидуальный неограниченный доступ к электронной образовательной системе СФУ – http://edu.sfu-kras.ru/node/580
-------	--

10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для обеспечения освоения дисциплины необходимо наличие учебной аудитории, снабженной мультимедийными средствами для представления презентаций лекций и видеоматериалов; учебной лаборатории по МГД-устройствам.