

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
Моделирование физических явлений

Образовательная программа: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль:
Электротехника, электромеханика и электротехнологии

Курс: 3, семестр : 6

Факультет мехатроники и автоматизации,

		Семестр
№	Вид деятельности	6
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	3
2	Всего часов	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	64
4	Лекции, час.	36
5	Практические занятия, час.	18
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	8
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	8
10	Самостоятельная работа, час.	44
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ
12	Вид аттестации	Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

ФГОС введен в действие приказом №955 от 03.09.2015 г. , дата утверждения: 25.09.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 13.03.02 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:

старший преподаватель, к.т.н. Власов Д. С.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Алиферов А. И.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Аносов В. Н.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.2 способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач; в части следующих результатов обучения:	
з5. знать соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия электротехнического оборудования и систем	
у8. уметь применять основные методы математического аппарата в математических моделях объектов и процессов	
Компетенция ФГОС: ПК.1 способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике; в части следующих результатов обучения:	
у2. уметь использовать ЭВМ при имитационном моделировании заданного исследуемого процесса	
Компетенция ФГОС: ПК.2 способность обрабатывать результаты экспериментов; в части следующих результатов обучения:	
з1. знать основные методы математической обработки опытных данных и результатов экспериментальных исследований	
у2. уметь выполнять оценку достоверности полученных результатов экспериментальных исследований и осуществлять их интерпретацию	
Компетенция ФГОС: ПК.6 способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:	
у1. уметь выполнять основные технические расчеты процессов в электроэнергетических и электротехнических установках	

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>Моделирование физических явлений</i>	
ОПК.2.з5 знать соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия электротехнического оборудования и систем	
2.Иметь представление о математических моделях технологических процессов, осуществляемых в электротехнологических установках	Лекции; Самостоятельная работа
ОПК.2.у8 уметь применять основные методы математического аппарата в математических моделях объектов и процессов	
3.Уметь формулировать математическую постановку задач, выбирать метод решения и интерпретировать полученные результаты	Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.2.з5 знать соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия электротехнического оборудования и систем	
4.Знать классификацию математических моделей электротехнологических процессов и установок	Лекции; Самостоятельная работа
5.Знать особенности математических моделей различных видов электротехнологических установок	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
6.Знать современный уровень математических моделей электротехнологических установок	Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.1.у2 уметь использовать ЭВМ при имитационном моделировании заданного исследуемого процесса	

7. Уметь проводить расчет энергетических и технологических параметров процессов в электротехнологических установках с использованием аналитических и численных методов	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.6.y1 уметь выполнять основные технические расчеты процессов в электроэнергетических и электротехнических установках	
8. Уметь формулировать требования к источникам питания и системе автоматического управления электротехнологических установок	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.2.y2 уметь выполнять оценку достоверности полученных результатов экспериментальных исследований и осуществлять их интерпретацию	
9. Уметь использовать программные средства MathCAD, MAPLE, MATLAB, ANSYS	Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.2.z1 знать основные методы математической обработки опытных данных и результатов экспериментальных исследований	
10. Иметь представление об основных положениях разработки математических моделей технических объектов	Лекции; Самостоятельная работа
11. Иметь представление о теоретических основах моделирования технических объектов на микро-, макро- и метасуровнях, применяемых в электротехнологиях	Лекции; Самостоятельная работа
12. Знать принципы формирования математического описания нелинейных задач математической физики, применяемые в моделях электротехнологических установок	Лекции; Самостоятельная работа
ОПК.2.z5 знать соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия электротехнического оборудования и систем	
13. Знать методы расчета параметров нелинейных процессов, требуемых для конструирования и эксплуатации электротехнологических установок	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.2.z1 знать основные методы математической обработки опытных данных и результатов экспериментальных исследований	
14. Знать параметры, характеризующие электротехнологические установки, как потребители электрической энергии	Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 6				
Дидактическая единица: Основные положения разработки математических моделей технических объектов				
1. Основные положения разработки математических моделей технических объектов. Основы разработки моделей на микроуровне и макроуровне.	0	4	10, 11, 2, 4	Усвоение учебного материала
Дидактическая единица: Элементы уравнений математической физики				
2. Элементы уравнений математической физики	0	2	12, 13, 4, 8	Усвоение учебного материала
Дидактическая единица: Моделирование пространственно-временных температурных полей				

3. Моделирование пространственно-временных температурных полей с использованием методов решения нелинейных задач конвективного теплообмена. Расчет параметров систем охлаждения.	0	4	12, 13, 4	Усвоение учебного материала
4. Анализ системы тел находящихся во взаимном теплообмене. Системы уравнений теплового баланса - модели с сосредоточенными параметрами.	0	2	12, 13, 4	Усвоение учебного материала
Дидактическая единица: Моделирование процессов тепло- и массообмена в электротехнологических установках				
5. Методы расчета и анализа электромагнитных полей устройств индукционного нагрева.	0	4	12, 13, 4, 5	Усвоение учебного материала
6. Принципы разработки электротепловых моделей устройств индукционного нагрева	4	4	12, 13, 4, 5	Усвоение учебного материала
7. Задача оптимального управления электротехнологическими установками	4	4	12, 4, 7	Усвоение учебного материала
8. Моделирование воздействия концентрированных потоков энергии на материалы.	0	4	12, 2, 4, 5	Усвоение учебного материала
9. Моделирование процессов нагрева порошковых материалов в потоке низкотемпературной плазмы дугового разряда.	0	4	12, 2, 4, 5	Усвоение учебного материала
10. Моделирование процесса нагрева цилиндрических немагнитных заготовок в магнитном поле, создаваемом облойкой постоянных магнитов, вращающихся вокруг заготовки	0	4	12, 2, 4, 5	Усвоение учебного материала

Таблица 3.2

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 6				
Дидактическая единица: Моделирование пространственно-временных температурных полей				
1. Моделирование температурного поля при наличии фазового перехода	0	4	3, 6, 7, 9	Исследование комплекса задач, допускающих применение аналитических решений задачи движения границы

2. Моделирование теплообмена в вакуумных электрических печах сопротивления	0	4	3, 5, 6, 7, 9	Изучение и применение метода угловых коэффициентов для моделирования теплообмена излучением в электротехнологических установках
Дидактическая единица: Моделирование процессов тепло- и массообмена в электротехнологических установках				
3. Моделирование тепловых процессов при электроконтактной сварке цилиндрических заготовок	0	4	3, 6, 7, 9	Практика численного моделирования тепловых процессов
4. Моделирование электромагнитного поля в индукционной системе с вращающимися постоянными магнитами	0	6	3, 5, 6, 7, 9	Исследование зависимости величины интегральной активной мощности, выделяющейся в нагреваемой металлической заготовке, от конструкции обоймы постоянных магнитов, свойств материалов магнитов и скорости вращения обоймы

Таблица 3.3

Темы для самостоятельного изучения	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 6				
Дидактическая единица: Элементы уравнений математической физики				
1. Элементы уравнений математической физики	0	2	12, 13, 4, 8	Подготовка к дискуссионной лекции
Дидактическая единица: Моделирование пространственно-временных температурных полей				
2. Моделирование температурного поля при наличии фазового перехода	0	2	3, 6, 7, 9	Исследование комплекса задач, допускающих применение аналитических решений задачи движения границы

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 6				
1	РГЗ	10, 11, 12, 13, 14, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	20	4
Выполнение расчетно-графического задания: Моделирование тепловых, механических и электромагнитных полей. Ч. 2 : методические указания к лабораторным работам для 4 курса факультета радиотехники и электроники (направление 210200, специальность 210404) дневного и заочного отделений / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Г. Н. Девятков, С. В. Таранин]. - Новосибирск, 2010. - 33, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000149144 Бердников В. С. Методы моделирования [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. С. Бердников, А. В. Митина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_835_1324876459.doc . - Загл. с экрана.				
2	Подготовка к занятиям	10, 11, 2, 3, 7, 8, 9	4	0

: Моделирование тепловых, механических и электромагнитных полей. Ч. 2 : методические указания к лабораторным работам для 4 курса факультета радиотехники и электроники (направление 210200, специальность 210404) дневного и заочного отделений / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Г. Н. Девятков, С. В. Таранин]. - Новосибирск, 2010. - 33, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000149144 Иваниа С. П. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Математическое моделирование физических процессов" [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / С. П. Иваниа ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_1073_1323416814.doc. - Загл. с экрана. Бикеев Р. А. Моделирование электромагнитного поля в индукционной системе с вращающимися постоянными магнитами [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Р. А. Бикеев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls#. - Загл. с экрана. Чередниченко М. В. Правила оформления отчетной учебной документации [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / М. В. Чередниченко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_1195_1324870953.doc. - Загл. с экрана. Бердников В. С. Методы моделирования [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. С. Бердников, А. В. Митина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_835_1324876459.doc. - Загл. с экрана. Бикеев Р. А. Моделирование электромагнитного поля в индукционной системе с холодным тиглем [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Р. А. Бикеев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208572. - Загл. с экрана.				
3	Дополнительная учебная деятельность	10, 11, 2, 3	8	0
: Иваниа С. П. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Математическое моделирование физических процессов" [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / С. П. Иваниа ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_1073_1323416814.doc. - Загл. с экрана. Бикеев Р. А. Моделирование электромагнитного поля в индукционной системе с вращающимися постоянными магнитами [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Р. А. Бикеев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls#. - Загл. с экрана. Моделирование тепловых, механических и электромагнитных полей. Ч. 2 : методические указания к лабораторным работам для 4 курса факультета радиотехники и электроники (направление 210200, специальность 210404) дневного и заочного отделений / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Г. Н. Девятков, С. В. Таранин]. - Новосибирск, 2010. - 33, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000149144 Чередниченко М. В. Правила оформления отчетной учебной документации [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / М. В. Чередниченко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_1195_1324870953.doc. - Загл. с экрана. Бикеев Р. А. Моделирование электромагнитного поля в индукционной системе с холодным тиглем [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Р. А. Бикеев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208572. - Загл. с экрана. Бердников В. С. Методы моделирования [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. С. Бердников, А. В. Митина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_835_1324876459.doc. - Загл. с экрана.				
4	Подготовка к аттестации	10, 11, 12, 13, 14, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	8	4

: Моделирование тепловых, механических и электромагнитных полей. Ч. 2 : методические указания к лабораторным работам для 4 курса факультета радиотехники и электроники (направление 210200, специальность 210404) дневного и заочного отделений / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Г. Н. Девятков, С. В. Таранин]. - Новосибирск, 2010. - 33, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000149144 Ивания С. П. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Математическое моделирование физических процессов" [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / С. П. Ивания ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_1073_1323416814.doc. - Загл. с экрана. Бикеев Р. А. Моделирование электромагнитного поля в индукционной системе с вращающимися постоянными магнитами [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Р. А. Бикеев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls#. - Загл. с экрана. Чередниченко М. В. Правила оформления отчетной учебной документации [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / М. В. Чередниченко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_1195_1324870953.doc. - Загл. с экрана. Бердников В. С. Методы моделирования [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. С. Бердников, А. В. Митина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_835_1324876459.doc. - Загл. с экрана. Бикеев Р. А. Моделирование электромагнитного поля в индукционной системе с холодным тиглем [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Р. А. Бикеев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208572. - Загл. с экрана.

5	Самостоятельное изучение теоретического материала	12, 13, 3, 4, 6, 7, 8, 9	4	0
---	---	--------------------------	---	---

Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.3 : Ивания С. П. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Математическое моделирование физических процессов" [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / С. П. Ивания ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_1073_1323416814.doc. - Загл. с экрана. Моделирование тепловых, механических и электромагнитных полей. Ч. 2 : методические указания к лабораторным работам для 4 курса факультета радиотехники и электроники (направление 210200, специальность 210404) дневного и заочного отделений / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Г. Н. Девятков, С. В. Таранин]. - Новосибирск, 2010. - 33, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000149144 Бердников В. С. Методы моделирования [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. С. Бердников, А. В. Митина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_835_1324876459.doc. - 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	Портал НГТУ; Среда электронного обучения НГТУ
Консультирование	Портал НГТУ; Среда электронного обучения НГТУ
Контроль	Среда электронного обучения НГТУ
Размещение учебных материалов	Среда электронного обучения НГТУ

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	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 6		
Лекция №1: Присутствие	0	1
Лекция №2: Присутствие	0	1
Лекция №3: Присутствие	0	1
Лекция №4: Присутствие	0	1
Лекция №5: Присутствие	0	1
Лекция №6: Присутствие	0	1
Лекция №7: Присутствие	0	1
Лекция №8: Присутствие	0	1
Лекция №9: Присутствие	0	1
Лекция №10: Присутствие	0	1
Практические занятия №15: Выполнение	5	10
Практические занятия №16: Выполнение	5	10
Практические занятия №17: Выполнение	5	10
Практические занятия №18: Выполнение	5	10
РГЗ:	5	10
Экзамен:	20	40
Контролирующие материалы - список вопросов		

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 РГЗ	Экзамен
ОПК.2	з5. знать соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия электротехнического оборудования и систем	+	+
	у8. уметь применять основные методы математического аппарата в математических моделях объектов и процессов	+	+
ПК.1	у2. уметь использовать ЭВМ при имитационном моделировании заданного исследуемого процесса	+	
ПК.2	з1. знать основные методы математической обработки опытных данных и результатов экспериментальных исследований		+
	у2. уметь выполнять оценку достоверности полученных результатов экспериментальных исследований и осуществлять их интерпретацию		+
ПК.6	у1. уметь выполнять основные технические расчеты процессов в электроэнергетических и электротехнических установках		+

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

7. Литература

Основная литература

1. Зарубин В. С. Математические модели механики и электродинамики сплошной среды / В. С. Зарубин, Г. Н. Кувыркин. - М., 2008. - 511 с. : ил.
2. Моделирование систем : учебник / [С. И. Дворецкий и др.]. - М., 2009. - 315, [1] с. : ил., табл.
3. Сопов В. И. Моделирование систем : учебное пособие / В. И. Сопов, С. В. Мятаж ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 65, [2] с. : ил.
4. Специальные главы электродинамики. Электромагнитные поля и расчеты электрических параметров токоведущих элементов электротехнологических установок [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. И. Алиферов, С. Лупи, Л. П. Горева, Р. А. Бикеев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000162444. - Загл. с экрана.

Дополнительная литература

1. Копылов И. П. Математическое моделирование электрических машин : Учебник для электротехн. и энергет. спец. вузов. - М., 2001. - 327 с. : ил.
2. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. пер. с англ. : [монография] / О. Зенкевич ; под ред. Б. Е. Победри. - М., 1975. - 541 с. : ил.
3. Исаченко В. П. Теплопередача : учебник для теплоэнерг. вузов / Исаченко В. П. , Осипова В. А. , Сукомел А. С. - М., 1981. - 416, [1] с. : ил., схемы, граф.
4. Калиткин Н. Н. Численные методы : Учеб. пособие для вузов / Под ред. Самарского А. А. - М., 1978. - 512 с. : ил.
5. Кутателадзе С. С. Основы теории теплообмена / С. С. Кутателадзе. - М., 1979. - 415 с. : ил.

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 "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Моделирование тепловых, механических и электромагнитных полей. Ч. 2 : методические указания к лабораторным работам для 4 курса факультета радиотехники и электроники (направление 210200, специальность 210404) дневного и заочного отделений / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Г. Н. Девятков, С. В. Таранин]. - Новосибирск, 2010. - 33, [2] с. : ил., - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000149144
2. Бердников В. С. Методы моделирования [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. С. Бердников, А. В. Митина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_835_1324876459.doc. - Загл. с экрана.

3. Ивания С. П. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Математическое моделирование физических процессов" [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / С. П. Ивания ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_1073_1323416814.doc. - Загл. с экрана.
4. Чередниченко М. В. Правила оформления отчетной учебной документации [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / М. В. Чередниченко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_1195_1324870953.doc. - Загл. с экрана.
5. Бикеев Р. А. Моделирование электромагнитного поля в индукционной системе с вращающимися постоянными магнитами [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Р. А. Бикеев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls#. - Загл. с экрана.
6. Бикеев Р. А. Моделирование электромагнитного поля в индукционной системе с холодным тиглем [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Р. А. Бикеев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208572. - Загл. с экрана.

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 Ansys Academic Research
- 2 Maple 12
- 3 Symbolic Math Toolbox concurrent AcademicEdition
- 4 Partial Differential Equation Toolbox concurrent AcademicEdition
- 5 MathCAD
- 6 MATLAB Symbolic Math Toolbox

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Демонстрация учебных и методических материалов

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

Кафедра автоматизированных электротехнологических установок

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФМА
д.т.н., профессор Н.И. Щуров
“ ” _____ Г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование физических явлений

Образовательная программа: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль:
Электротехника, электромеханика и электротехнологии

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.2 способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	35. знать соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия электротехнического оборудования и систем	Анализ системы тел находящихся во взаимном теплообмене. Системы уравнений теплового баланса - модели с сосредоточенными параметрами. Задача оптимального управления электротехнологическими установками Методы расчета и анализа электромагнитных полей устройств индукционного нагрева. Моделирование воздействия концентрированных потоков энергии на материалы. Моделирование пространственно-временных температурных полей с использованием методов решения нелинейных задач конвективного теплообмена. Расчет параметров систем охлаждения. Моделирование процесса нагрева цилиндрических немагнитных заготовок в магнитном поле, создаваемом облойкой постоянных магнитов, вращающихся вокруг заготовки Моделирование процессов нагрева порошковых материалов в потоке низкотемпературной плазмы дугового разряда. Моделирование температурного поля при наличии фазового перехода Моделирование тепловых процессов при электроконтактной сварке цилиндрических заготовок Моделирование теплообмена в вакуумных электрических печах сопротивления Моделирование электромагнитного поля в индукционной системе с вращающимися постоянными магнитами Основные положения разработки математических моделей технических объектов. Основы разработки моделей на микроуровне и макроуровне. Принципы разработки электротепловых моделей устройств	РГЗ, разделы 4-6	Экзамен, вопросы 1-10

		индукционного нагрева Элементы уравнений математической физики		
ОПК.2	у10. уметь применять основные методы математического аппарата в математических моделях объектов и процессов	Моделирование температурного поля при наличии фазового перехода Моделирование тепловых процессов при электроконтактной сварке цилиндрических заготовок Моделирование теплообмена в вакуумных электрических печах сопротивления Моделирование электромагнитного поля в индукционной системе с вращающимися постоянными магнитами	РГЗ, разделы 4-6	Экзамен, вопросы 11-19
ПК.1/НИ способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике	у2. уметь использовать ЭВМ при имитационном моделировании заданного исследуемого процесса	Задача оптимального управления электротехнологическими установками Моделирование температурного поля при наличии фазового перехода Моделирование тепловых процессов при электроконтактной сварке цилиндрических заготовок Моделирование теплообмена в вакуумных электрических печах сопротивления Моделирование электромагнитного поля в индукционной системе с вращающимися постоянными магнитами	РГЗ, разделы 4-6	
ПК.2/НИ способность обрабатывать результаты экспериментов	з1. знать основные методы математической обработки опытных данных и результатов экспериментальных исследований	Моделирование воздействия концентрированных потоков энергии на материалы. Основные положения разработки математических моделей технических объектов. Основы разработки моделей на микроуровне и макроуровне.		Экзамен, вопросы 20-25
ПК.2/НИ	у2. уметь выполнять оценку достоверности полученных результатов экспериментальных исследований и осуществлять их интерпретацию	Моделирование теплообмена в вакуумных электрических печах сопротивления		Экзамен, вопросы 26-29
ПК.6/ПТ способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	у1. уметь выполнять основные технические расчеты процессов в электроэнергетичес ких и электротехнических установках	Элементы уравнений математической физики		Экзамен, вопросы. 30-33

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 6 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.2, ПК.1/НИ, ПК.2/НИ, ПК.6/ПТ.

Экзамен представляет собой ответы на два теоретических вопроса и выполнение одного практического задания, сосредоточенных в билете.

Максимальное количество баллов за теоретические вопросы составляет 20 баллов - по 10 баллов за вопрос.

Практическое задание оценивается, максимум, в 20 баллов.

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

В 6 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (РГЗ). Требования к выполнению РГЗ, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ.

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

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.2, ПК.1/НИ, ПК.2/НИ, ПК.6/ПТ, 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 «Моделирование физических явлений», 6 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в письменной форме, по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса и одно практическое задание. В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы.

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФМА

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Моделирование физических явлений»

1. Уравнения математической физики предметная область и задачи курса.
2. Расчет плоского нагревательного элемента по модели нестационарного температурного поля в области с распределенными источниками теплоты с использованием точных аналитических решений.
3. Смоделировать процесс нагрева трубошины на рукаве электрододержателя агрегата внепечной обработки стали в процессе канализации энергии в рабочее пространство электротехнологической установки.

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 теории и практики компьютерного моделирования физических явлений, практическое задание выполнено принципиально неверно, оценка составляет *менее 20 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определения основных понятий теории и практики компьютерного моделирования физических явлений, но в ответах не принципиальные ошибки, практическое задание выполнено принципиально верно, но количественные характеристики неверны, оценка составляет *21 -27 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, дает определения основных понятий теории и практики компьютерного моделирования физических явлений, в

ответах не допускает ошибок, практическое задание выполнено принципиально верно, но количественные характеристики неверны, оценка составляет 28 - 32 балла.

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, дает определения основных понятий теории и практики компьютерного моделирования физических явлений, в ответах не допускает ошибок, приводит конкретные примеры из практики, практическое задание выполнено верно, проведен его анализ, оценка составляет 33 - 40 баллов.

3. Шкала оценки

Максимальное количество баллов за теоретические вопросы составляет 20 баллов - по 10 баллов за вопрос.

Практическое задание оценивается, максимум, в 20 баллов.

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Моделирование специальных задач электротехнологии»

1. Типы проектно-конструкторского процесса и требования, предъявляемые к математическим моделям?
2. Блочный-иерархический метод проектирования сложных систем и степень детализации рассмотрения процессов в объекте?
3. Особенности моделирования технических объектов на микро-, макро- и метасуровнях?
4. Уравнения математической физики предметная область и задачи курса.
5. Формулировка типовых краевых задач в прямоугольных и криволинейных системах координат.
6. Стационарное уравнение теплопроводности с учетом параметров среды и моделируемых процессов.
7. Нестационарное уравнение теплопроводности с учетом параметров среды и моделируемых процессов.
8. Формулировка типовых краевых задач с учетом нелинейностей, разрывов и различных видов сосредоточенных и распределенных источников.
9. Разрывные коэффициенты, характеристика способы описания.
10. Сосредоточенные источники, характеристика способы описания.
11. Сосредоточенная теплоемкость, характеристика способы описания.
12. Методы оценки, анализа и обоснования допущений, принимаемых при разработке математической модели?
13. Аналитическое решение неоднородного уравнения нестационарной теплопроводности. Метод Штурма-Лиувилля.
14. Аналитическое решение неоднородного уравнения нестационарной теплопроводности. Температурное поле неограниченной пластины с внутренними источниками.
15. Аналитическое решение задачи о фазовом переходе. Задача Стефана.
16. Формулировка численного решения задачи о фазовом переходе.

17. Уравнения газовой динамики. Закон сохранения энергии.
18. Постановка задачи расчета стационарного двумерного температурного поля при течении в трубе.
19. Аналитическое решение неоднородного уравнения нестационарной теплопроводности. Температурное поле неограниченного цилиндра с внутренними источниками.
20. Характеристика технических задач решаемых с помощью моделей с сосредоточенными параметрами.
21. Методы численного расчета и использования для исследований стационарных и нестационарных моделей с сосредоточенными параметрами.
22. Область применения и преимущества использования при расчетах точных аналитических решений.
23. Расчет плоского нагревательного элемента по модели нестационарного температурного поля в области с распределенными источниками теплоты с использованием точных аналитических решений.
24. Область применения численных методов для исследования полевых задач тепло- и массообмена.
25. Методы сопряжения параметров при моделировании на макроуровне электротехнологических процессов?
26. Опишите процессы теплопередачи, происходящие в высокотемпературной электропечи сопротивления непрерывного действия.
27. Что такое прямая и обратная задачи радиационного теплообмена?
28. Почему при исследовании теплообмена излучением в рабочей камере высокотемпературной электропечи сопротивления непрерывного действия следует применять прямую постановку задачи?
29. Какие допущения применяются при разработке математической модели теплообмена излучением в рабочей камере высокотемпературной электропечи сопротивления непрерывного действия?
30. Обоснуйте правильность каждого допущения, принятого при разработке данной математической модели.
31. Что такое зональный метод расчета в теории теплообмена излучением?
32. Как Вы понимаете термин "сопряжение процессов теплообмена излучением в рабочей камере электропечи сопротивления и теплопередачи теплопроводностью в стенке футеровки на ее поверхности".
33. По какому параметру (температуре, плотности теплового потока и т.п.) выполняется сопряжение процессов теплообмена излучением в рабочей камере ЭПС и теплопередача теплопроводностью в стенке футеровки на ее поверхности?

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Моделирование физических явлений», 6 семестр

1. Методика оценки

Цель выполнения РГЗ состоит в приобретении практических навыков решения комплекса математических задач, реализующих вычислительные методы для реализации математических моделей электротехнологических установок с использованием программного комплекса ANSYS. На выполнение РГЗ студенту понадобится как минимум 20 часов самостоятельной работы.

РГР сдается на проверку с 15 по 17 учебные недели.

Защита РГР осуществляется по теоретической и практической части, которые студенты прорабатывают при ее выполнении.

Содержание пояснительной записки:

1. Титульный лист.
2. Содержание.
3. Исходное задание.
4. Алгоритм решения задачи в среде ANSYS.
5. Построенное распределение характеристик моделируемого поля в области решения задачи.
6. Выводы.

Пояснительная записка выполняется на листах формата А4, в рукописном или машинописном варианте.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ, ответы неверны, оформлено не по требованиям, оценка составляет менее 5 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ выполнены формально: ответы неполные, неконкретные, оформление соответствует не всем требованиям, оценка составляет 5 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если части РГЗ выполнены формально: ответы неполные, неконкретные, оформление соответствует не всем требованиям, оценка составляет 6 - 8 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если части РГЗ выполнены, ответы подробные, исчерпывающие, оформление соответствует всем требованиям, оценка составляет 9 - 10 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

Максимальный балл, который студенты могут получить за выполнение и защиту РГЗ – 10 баллов. При защите определяется оценка в пятибалльной системе.

4. Варианты тем РГЗ

1. Ламинарное и турбулентное течение в двумерном расширяющемся канале.

1.1. Постановка задачи

Решить задачу турбулентного адиабатического течения воздуха в осесимметричном сопле (см. рисунок 5.1). Задано падение давления на выходе из сопла. Использовать сегментированные сплайны, регулярное разбиение на элементы, конкатенацию линий.

Расчетная схема приведена на рисунке. На первом этапе рассчитывается движение жидкости с $Re=400$ (число Рейнольдса) - ламинарное течение. На втором меняются свойства среды и проводится расчет турбулентного течения, использующий в качестве начального приближения результаты первого этапа. Третий этап - расширение выходной зоны (удлинение) и решение задачи турбулентного течения воздуха ($Re=\rho V D_H/\mu$). Во всех трех вариантах задается скорость потока на входе и нулевое давление на выходе. На стенках канала действует гипотеза полного прилипания.

1.2. Исходные данные:

Размеры канала в сантиметрах даны на рисунке 5.1 и в таблице 5.1. Свойства газа: $\rho=1.205 \text{ кг/м}^3$, $\mu=1.813 \cdot 10^{-5} \text{ кг/мс}$.

Таблица 5.1

Вар.	H1, см	H2, см	H3, см	H4, см	H5, см	H6, см	B1, см	B2, см	B3, см	B4, см	B5, см	B6, см	V, м/с
1	30	28	23	20	24	35	30	35	40	45	50	70	5
2	25	22	20	18	23	35	30	35	45	50	60	80	6
3	20	18	15	12	18	30	30	40	45	50	55	75	7
4	25	23	21	19	22	33	28	40	45	55	60	85	8
5	24	20	18	15	20	25	35	45	50	55	65	85	9
6	23	20	18	14	20	25	35	45	50	55	65	85	10
7	21	20	18	13	20	25	35	45	50	55	65	85	11
8	20	20	18	15	20	25	35	45	50	55	65	85	12
9	26	20	18	15	20	25	35	45	50	55	65	85	13
10	28	20	18	15	20	25	35	45	50	55	65	85	14

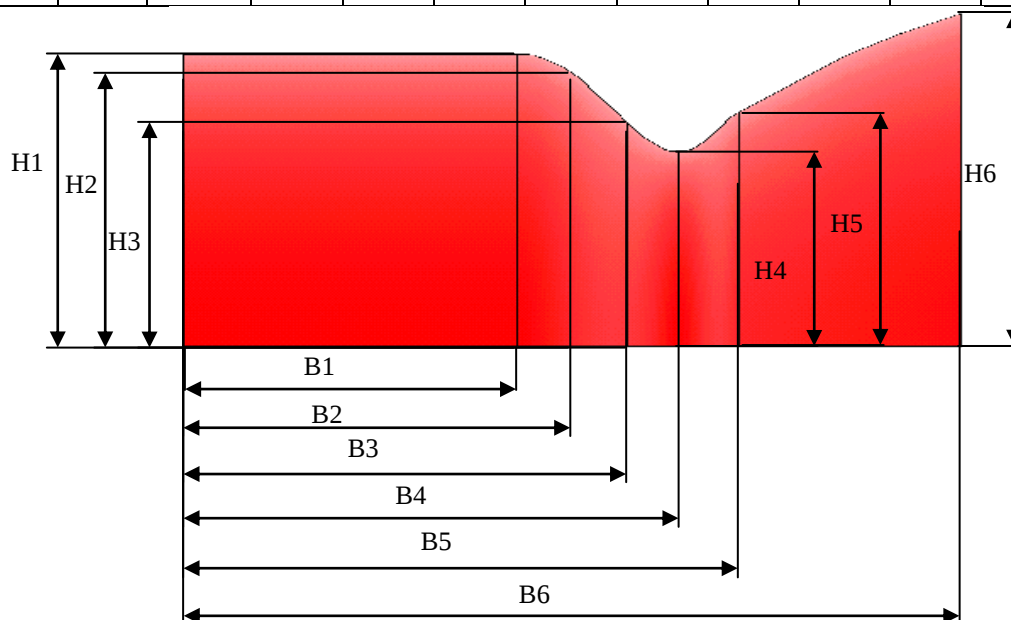


Рисунок 5.1. Геометрия канала

2. Лучистый теплообмен в замкнутой полости

2.1. Постановка задачи и алгоритм решения

Расчету подвергается упрощенная модель электровакуумного прибора в защитном кожухе. Моделируется лучистый теплообмен между шарообразным нагревательным элементом (в центре прибора), к которому подводится тепло постоянной мощности, и внутренней стенкой цилиндрического кожуха. Наружная стенка

кожуха рассеивает тепло посредством конвективной теплоотдачи в среду с постоянной температурой, причем коэффициент теплоотдачи зависит от температуры наружной поверхности. Кожух и нагревательный элемент выполнены из одного материала (сталь).

Задача формулируется как стационарная осесимметричная и требует нелинейного типа анализа, что влечет за собой необходимость задания начальной температуры для первой итерации. Поскольку лучистый теплообмен учитывается только для замкнутой полости, то задавать пространственный узел для расчета тепловых потерь не требуется. Для вычисления угловых коэффициентов между излучающими поверхностями (набранными из вспомогательных элементов) с учетом затенения используется генератор матрицы излучения, на основе которой создается суперэлемент с температурной степенью свободы.

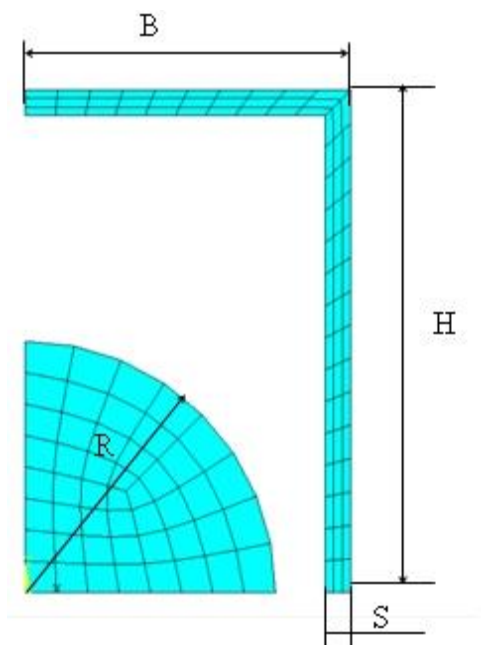


Таблица 5.2

Вар.	H, см	B, см	R, см	S, см	Q, Вт/м ³
1	30	30	20	4	$1 \cdot 10^6$
2	25	30	15	4	$1,5 \cdot 10^6$
3	20	30	14	4	$2,0 \cdot 10^6$
4	25	28	17	4	$2,5 \cdot 10^6$
5	24	35	16	2	$3,0 \cdot 10^6$
6	23	35	17	2	$2,2 \cdot 10^6$
7	21	35	15	2	$1,3 \cdot 10^6$
8	20	35	11	3	$1,8 \cdot 10^6$
9	26	35	15	3	$1,3 \cdot 10^6$
10	28	35	20	3	$2,3 \cdot 10^6$

Рисунок 5.2. Модель электровакуумного прибора

2.2. Исходные данные:

Размеры модели приведены на рисунке 5.2 и в таблице 5.2.

3. Магнитный анализ соленоидального пускателя

3.1. Постановка задачи

Соленоидный пускатель является осесимметричной конструкцией (см. рисунок 3). Для задания размеров используется параметрическая форма (переменные), обеспечивающая, если необходимо, дальнейшую оптимизацию. В данной постановке определяются суммарное усилие в якоре и индукция обмотки.

Предполагается, что за границами модели магнитный поток пренебрежимо мал, поэтому линии магнитной индукции параллельны границам.

3.2. Исходные данные:

Размеры модели приведены на рисунке 5.3 и в таблице 5.3.

Таблица 5.3

Вар.	n	i , а	gap , см	ta , см	tb , см
1	650	1	0,25	0,75	0,50
2	600	1,2	0,15	0,70	0,55
3	550	1,4	0,20	0,65	0,60
4	500	1,6	0,25	0,60	0,65
5	400	1,8	0,30	0,55	0,70
6	450	1,6	0,20	0,60	0,75
7	500	1,5	0,25	0,65	0,80

8	650	1,4	0,20	0,70	0,75
9	600	1,3	0,25	0,75	0,70
10	500	1,1	0,15	0,8	0,65

где n - число витков катушки; i - сила тока в витке; ta - толщина внутреннего кольца сердечника; tb - толщина дна сердечника; $tc = 0,50$ - толщина наружного кольца сердечника; $td = 0,75$ - толщина якоря; $wc = 1$ и $hc = 2$ - толщина и высота катушки, соответственно; gap - величина воздушного зазора; $space = 0,25$ - щель между катушкой и сердечником; $ws = wc + 2 \cdot space$; $hs = hc + 0,75$; $w = ta + ws + tc$ - максимальный радиус модели; $hb = tb + hs$; $h = hb + gap + td$ - высота конструкции; $acoil = wc \cdot hc$ - площадь катушки; $jdens = n \cdot i / acoil$ - плотность тока в обмотке.

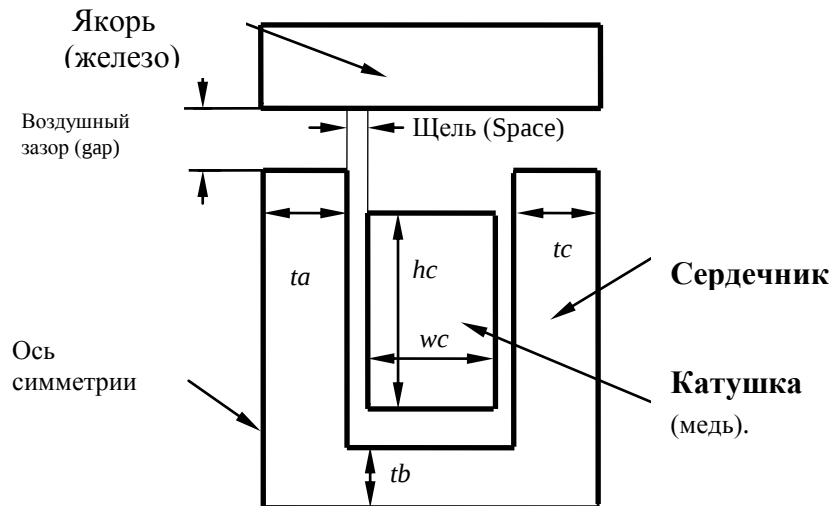


Рисунок 5.3. Соленоидный пускатель: якорь - подвижная часть пускателя; сердечник - стационарная железная конструкция, создающая магнитную циркуляцию вокруг катушки; воздушный зазор - тонкая прямоугольная воздушная прослойка между арматурой и полюсами магнитного сердечника.