

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
Специальные главы электротехники

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)	4
2	Всего часов	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	64
4	Лекции, час.	0
5	Практические занятия, час.	18
6	Лабораторные занятия, час.	36
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	30
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	8
10	Самостоятельная работа, час.	80
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): 13.04.02 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, по выбору студента

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:

профессор, д.т.н. Алиферов А. И.

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: 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:	
35. знать основные достижения в области схмотехнических решений преобразователей энергии	
у1. уметь разрабатывать схмотехнические решения на основе анализа информации с передовых рубежей достижений в науке и технике	
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	

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>Специальные главы электротехники</i>	
ОПК.4.35 знать основные достижения в области схмотехнических решений преобразователей энергии	
1. знать физическую природу электрических, магнитных и электромагнитных полей	Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
2. знать пути транспортировки электромагнитной энергии	Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
3. знать об аналогии электрических, магнитных, других видов полей	Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
4. знать законы электрических, магнитных и электромагнитных полей	Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
5. знать законы теории электрических и магнитных цепей	Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.4.у1 уметь разрабатывать схмотехнические решения на основе анализа информации с передовых рубежей достижений в науке и технике	
6. уметь пользоваться законами Ома и Кирхгофа для квазилинейных проводников и контуров	Практические занятия; Самостоятельная работа
7. уметь решать типовые задачи методами теории электромагнитного поля	Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.26.у2 уметь анализировать энергопотребление на различных стадиях и участках производственно-технологических процессов	
8. уметь выполнять теоретическое исследование параметров электромагнитного поля	Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
9. иметь опыт в решении стандартных типовых задач теории электромагнитного поля	Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
-------------------------	----------------------	------	-------------------------------	----------------------

Семестр: 1				
Дидактическая единица: Электростатическое поле				
1. Исследование электростатического поля в окрестности проводящего цилиндра бесконечной длины	2	8	1, 3, 4, 8	Моделирование электростатического поля в проводящей среде
2. Исследование электростатического поля плоского воздушного конденсатора	4	8	1, 3, 4	Расчет и моделирование электро-статического поля плоского воздушного конденсатора
Дидактическая единица: Стационарное поле токов				
3. Исследование магнитного поля в зазоре асинхронного двигателя с настилами тока на поверхности статора	4	8	7, 8, 9	Измерение основных параметров для построения картины магнитного поля в зазоре
4. Исследование магнитного поля в зазоре асинхронного двигателя с настилами токов одинакового направления	4	8	1, 2, 3	Измерение основных параметров для построения картины магнитного поля в зазоре асинхронного двигателя
Дидактическая единица: Переменное электромагнитное поле				
5. Заключительное занятие по циклу лабораторных работ	3	4	1, 2, 3, 4, 8, 9	Ответы на теоретические вопросы по темам лабораторных работ

Таблица 3.2

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 1				
Дидактическая единица: Электростатическое поле				
1. Электростатическое поле. Расчет напряженности поля по заданному распределению зарядов	1	2	1, 4, 5, 9	Решение задач по теме
2. Работа сил поля. Напряжение. Потенциал. Энергия и силы	2	2	1, 3	Решение задач по теме
Дидактическая единица: Стационарное поле токов				
3. Квазилинейные проводники. Законы Ома и Кирхгофа. Источники энергии	1	2	3, 6	Решение задач по теме
Дидактическая единица: Стационарное магнитное поле				
4. Магнитные потоки и коэффициенты само- и взаимной индукции. Энергия и силы в магнитных полях	2	2	1, 4, 5	Решение задач по теме
5. Векторный потенциал в магнитном поле. Уравнение Пуассона	1	2	4, 7, 9	Решение задач по теме
Дидактическая единица: Переменное электромагнитное поле				
6. Плоские электромагнитные волны в проводящей среде. Глубина проникновения волны	2	2	2, 3, 4	Решение задач по теме
7. Электрический поверхностный эффект на примере шины прямоугольного сечения	2	2	7, 8	Решение задач по теме

8. Магнитный поверхностный эффект в шине прямоугольного сечения	1	2	4, 5, 7	Решение задач по теме
9. Эффект близости. Эффект кольцевой. Эффект паза. Краевой эффект	1	2	1, 3, 4	Решение задач по теме

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 1				
1	РГЗ	3, 4, 5, 6, 7, 9	33	4
Рсчетно-графическое задание включает решение индивидуальных типовых заданий, выдаваемых каждому студенту: 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://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000161907 . - Загл. с экрана.				
2	Подготовка к занятиям	1, 2, 3	20	2
Подготовка к практическим и лабораторным занятиям выполняется литературным и методическим источникам: 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://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000161907 . - Загл. с экрана.				
3	Подготовка к аттестации	1, 8	27	2
На подготовку к экзамену студент должен потратить не менее 27 часов самостоятельной работы. Подготовка ведется по конспектам лекций и литературных источников: 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://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000161907 . - 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
Контроль	e-mail
Размещение учебных материалов	Портал 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: 1		
<i>Лабораторная:</i>	14	18
<i>Практические занятия:</i>	10	9
<i>РГЗ:</i>	6	33
<i>Экзамен:</i>	20	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 РГЗ	Экзамен
ОПК.4	з5. знать основные достижения в области схмотехнических решений преобразователей энергии	+	+
	у1. уметь разрабатывать схмотехнические решения на основе анализа информации с передовых рубежей достижений в науке и технике	+	+
ПК.26	у2. уметь анализировать энергопотребление на различных стадиях и участках производственно-технологических процессов	+	+

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

7. Литература

Основная литература

1. Инкин А. И. Специальные главы электротехники. Электротепловые поля и аналитические расчеты параметров проводников в установках электронагрева : учебное пособие / А. И. Инкин, А. И. Алиферов, А. В. Бланк ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2013. - 154, [1] с. : ил., табл. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000182054
2. Инкин А. И. Специальные главы электротехники. Аналитический метод расчета индукционных систем с постоянными магнитами : учебное пособие / А. И. Инкин, А. В. Бланк, А. И. Алиферов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2013. - 114, [1] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000184796
3. Инкин А. И. Решетчатые схемы замещения электромагнитных полей : учебное пособие / А. И. Инкин, А. В. Бланк ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2015. - 198, [2] с. : ил., схемы. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000222659
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. Инкин А. И. Каскадные Е-Н-схемы замещения для расчета магнитоэлектрических установок индукционного нагрева / А. И. Инкин, А. И. Алиферов, А. В. Бланк // Электротехника. - 2011. - № 6. - С. 36-41.

2. Инкин А. И. Аналитический расчет индуцированного электромагнитного поля в слябе прямоугольного поперечного сечения на базе решетчатых схем замещения / А. И. Инкин, А. И. Алиферов, А. В. Бланк // Электротехника. - 2014. - № 12. - С. 59-62.

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 "Znaniium.com" : <http://znaniium.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. 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://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000161907. - Загл. с экрана.

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 Microsoft Windows
- 2 Microsoft Office

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Представление графических и фотодемонстрационных материалов, а также учебных фильмов на практических и лабораторных занятиях

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

Специальные главы электротехники

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 Специальные главы электротехники приведена в Таблице.

Таблица

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.4 способность использовать углубленные теоретические и практические знания, которые находятся на передовом рубеже науки и техники в области профессиональной деятельности	з5. знать основные достижения в области схемотехнических решений преобразователей энергии	Векторный потенциал в магнитном поле. Уравнение Пуассона Исследование электростатического поля в окрестности проводящего цилиндра бесконечной длины Исследование электростатического поля плоского воздушного конденсатора Квазилинейные проводники. Законы Ома и Кирхгофа. Источники энергии Магнитные потоки и коэффициенты само- и взаимной индукции. Энергия и силы в магнитных полях Магнитный поверхностный эффект в шине прямоугольного сечения Плоские электромагнитные волны в проводящей среде. Глубина проникновения волны Работа сил поля. Напряжение. Потенциал. Энергия и силы Электростатическое поле. Расчет напряженности поля по заданному распределению зарядов Эффект близости. Эффект кольцевой. Эффект паза. Краевой эффект	Задача № 1 РГЗ в разделах постановки проблемы и создания математической модели.	1. На основе каких фундаментальных условий формируется Т-Q-схема замещения элементарного расчетного кольца в задаче о расчете стационарного температурного поля стержня круглого сечения? 2. Какая физическая величина является аналогом напряжения в Т-Q-схеме? Какая величина является аналогом тока? 3. Как определяются сопротивления в Т-Q-схеме замещения элементарного расчетного кольца? Как определяются источники? 4. Какие допущения вводятся при синтезе каскадной Т-Q-схемы замещения стационарного температурного поля в стержне круглого сечения? 5. Какие допущения вводятся при синтезе каскадной Т-Q-схемы замещения нестационарного температурного поля в стержне круглого сечения? 6. Назовите условия непрерывности, на основе которых формируются каскадные Т-Q-схемы замещения.
ОПК.4	у1. уметь разрабатывать схемотехнические решения на основе анализа информации с передовых рубежей	Векторный потенциал в магнитном поле. Уравнение Пуассона Исследование магнитного поля в зазоре асинхронного двигателя с настилами тока на поверхности статора	Задача № 1 РГЗ при рассмотрении нелинейностей магнитных и электрических свойств при создании	7. Какие упрощения можно ввести в расчет каскадной Т-Q-схемы замещения, когда завершен ее синтез? На чем основаны эти

	достижений в науке и технике	Квазилинейные проводники. Законы Ома и Кирхгофа. Источники энергии Магнитный поверхностный эффект в шине прямоугольного сечения Электрический поверхностный эффект на примере шины прямоугольного сечения	математической модели	упрощения? 8.Каковы особенности использования универсальных каскадных схем при решении связанных электромагнитно-тепловых задач? 9.Назовите условия, при которых можно использовать для описания электромагнитного поля установки плоские развертки в декартовой системе координат. 10.Назовите условия, при которых использование плоских разверток невозможно и необходимо переходить к цилиндрическим слоистым моделям. 11.Каковы преимущества каскадных А-Н-схем замещения перед Е-Н-схемами? 12.Назовите условия непрерывности, на основе которых формируются каскадные Е-Н- и А-Н-схемы замещения. 13.Назовите условие, при котором имеет решение однородная система линейных алгебраических уравнений. 14.Граничные условия при решении электромагнитной задачи.
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	Векторный потенциал в магнитном поле. Уравнение Пуассона Исследование магнитного поля в зазоре асинхронного двигателя с настилами тока на поверхности статора Электрический поверхностный эффект на примере шины прямоугольного сечения Электростатическое поле. Расчет напряженности поля по заданному распределению зарядов	Постановка, решение задачи № 2	16.Каким образом при решении рассмотренных задач учитываются нелинейности электрических и магнитных свойств нагреваемых тел? 17.Каким образом при решении рассмотренных задач учитываются нелинейности термодинамических свойств нагреваемых тел? 18.Сравните решения задач, полученные методом каскадных схем с решение численного моде-

				лирования, выполненного методом конечных элементов, применяемых современных пакетах прикладных программ для расчета взаимосвязанных электротепловых процессов
--	--	--	--	---

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 ОПК.4, ПК.26.

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-9 второй вопрос из диапазона вопросов 10-18 (список вопросов приведен в паспорте экзамена). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня

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

В 1 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

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

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.4, ПК.26, 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.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра автоматизированных электротехнологических установок

Паспорт экзамена

по дисциплине «Специальные главы электротехники», 1 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-13 второй вопрос из диапазона вопросов 14-26 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФМА

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Специальные главы электротехники»

1. На основе какого фундаментального условия формируется Т-Q-схема замещения элементарного расчетного кольца в задаче о расчете стационарного температурного поля стержня круглого сечения?
2. Назовите условия, при которых использование плоских разверток невозможно и необходимо переходить к цилиндрическим слоистым моделям.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись)

(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий теории электромагнитного поля, не знает основ метода каскадных схем замещения,
оценка составляет *15 баллов*.

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий и определений теории электромагнитного поля, знает основ метода каскадных схем замещения, при ответах на вопросы допускает непринципиальные ошибки, оценка составляет 25 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия теории электромагнитного поля, знает основ метода каскадных схем замещения, при ответах на вопросы не допускает ошибок, знает законы теории и эффекта электромагнитного поля, при ответах не допускает ошибок, оценка составляет 32 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы знает законы теории теории электромагнитного поля, владеет методом преобразования, реализуемого в каскадных схемах, проводит сравнительный анализ с другими методами расчета электромагнитных и температурных полей, не допускает ошибок, оценка составляет 40 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы. В процессе обучения по дисциплине студент может набрать 60 баллов за работу в семестре и 40 баллов за экзамен. В таблице 1 приводится максимальное количество баллов по каждому виду работ в семестре.

Таблица 1

Вид работы	Количество	Количество баллов
Лабораторные работы	36	0,5
Практическое занятие	18	1
Расчетно-графическое задание – выполнение – защита	1	24: 12 12
Итого	$36 \times 0,5 + 18 \times 1 + 24 \times 1 = 60$	
Экзамен		В билете 2 теоретических вопроса, максимум по 20 баллов за каждый ответ

В таблице 2 приводится соответствие пятибалльной системы и процентного отношения к максимальному количеству баллов БРС.

Таблица 2

Оценка по пятибалльной системе	Процент от максимального количества баллов
3	50
3+	65
4	75
4+	85
5	100

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Специальные главы электротехники»

1. На основе какого фундаментального условия формируется T - Q -схема замещения элементарного расчетного кольца в задаче о расчете стационарного температурного поля стержня круглого сечения?
2. Какая физическая величина является аналогом напряжения в T - Q -схеме? Какая величина является аналогом тока?
3. Как определяются сопротивления в T - Q -схеме замещения элементарного расчетного кольца? Как определяются источники?
4. Какие допущения вводятся при синтезе каскадной T - Q -схемы замещения стационарного температурного поля в стержне круглого сечения?
5. Какие допущения вводятся при синтезе каскадной T - Q -схемы замещения нестационарного температурного поля в стержне круглого сечения?
6. Назовите условия непрерывности, на основе которых формируются каскадные T - Q -схемы замещения.
7. Какие упрощения можно ввести в расчет каскадной T - Q -схемы замещения, когда завершен ее синтез? На чем основаны эти упрощения?
8. Каковы особенности использования универсальных каскадных схем при решении связанных электромагнитно-тепловых задач?
9. Назовите условия, при которых можно использовать для описания электромагнитного поля установки плоские развертки в декартовой системе координат.
10. Назовите условия, при которых использование плоских разверток невозможно и необходимо переходить к цилиндрическим слоистым моделям.
11. Каковы преимущества каскадных A - H -схем замещения перед E - H -схемами?
12. Назовите условия непрерывности, на основе которых формируются каскадные E - H - и A - H -схемы замещения.
13. Назовите условие, при котором имеет решение однородная система линейных алгебраических уравнений.
14. Граничные условия при решении электромагнитной задачи.

15. Граничные условия при решении тепловой задачи.
16. Каким образом при решении рассмотренных задач учитываются нелинейности электрических и магнитных свойств нагреваемых тел?
17. Каким образом при решении рассмотренных задач учитываются нелинейности термодинамических свойств нагреваемых тел?
18. Сравните решения задач, полученные методом каскадных схем с решением численного моделирования, выполненного методом конечных элементов, применяемых современных пакетах прикладных программ для расчета взаимосвязанных электротепловых процессов

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра автоматизированных электротехнологических установок

**Паспорт
расчетно-графического задания (работы)**

по дисциплине «Специальные главы электротехники», 1 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны:

1. Рассчитать электромагнитное поле шины, одной фазы трехфазного двенадцатишинного токоподвода, построить кривые $E(z)$, $B(z)$.
2. С помощью теоремы Пойнтинга рассчитать полное комплексное сопротивление одной шины и фазы из 12 шин.
3. Рассчитать временные температурные зависимости для заданного объекта с использованием каскадных схем.

Оцениваемые позиции: выполнение, оформление, защита РГР.

2. Критерии оценки

- Работа считается не выполненной, если выполнены не все части РГЗ, в расчетах допущены грубые ошибки, оценка составляет 8 баллов.
- Работа считается выполненной на пороговом уровне, если части РГЗ(Р) выполнены формально: расчеты выполнены с ошибками, приводящими к неправдоподобным результатам, вопросы на защите РГЗ раскрыты не полностью, небрежность в оформлении, оценка составляет 14 баллов
- Работа считается выполненной на базовом уровне, если части РГЗ выполнены полностью: расчеты выполнены в соответствии заданием, но допущены вычислительные ошибки, вопросы на защите РГЗ раскрыты полностью, но с неточностями, оценка составляет 18 баллов.
- Работа считается выполненной на продвинутом уровне, если части РГЗ выполнены полностью: расчеты выполнены без ошибок, дан анализ полученных результатов, вопросы на защите РГЗ раскрыты полностью, оценка составляет 24 балла.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы. В процессе обучения по дисциплине студент может набрать 60 баллов за работу в семестре и 40 баллов за экзамен. В таблице 1 приводится максимальное количество баллов по каждому

виду работ в семестре.

Таблица 1

Вид работы	Количество	Количество баллов
Лабораторные работы	36	0,5
Практическое занятие	18	1
РГР	1	24:
– выполнение		12
– защита		12
Итого	$36 \times 0,5 + 18 \times 1 + 24 \times 1 = 60$	
Экзамен	В билете 2 теоретических вопроса, максимум по 20 баллов за каждый ответ	

В таблице 2 приводится соответствие пятибалльной системы и процентного отношения к максимальному количеству баллов БРС.

Таблица 2

Оценка по пятибалльной системе	Процент от максимального количества баллов
3	50
3+	65
4	75
4+	85
5	100

4. Примерный перечень тем РГЗ

ЗАДАНИЕ К РАСЧЕТУ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

1. Для заданного варианта из табл. 3 выбрать тип задачи (задача 3.2 – расчет электрического поверхностного эффекта в проводнике прямоугольного сечения; задача 3.3 – расчет магнитного поверхностного эффекта; задача 3.4 – расчет эффекта близости; 3.5 – расчет электрического поверхностного эффекта в проводнике круглого сечения).

2. Сформировать кривую намагничивания требуемой марки стали посредством интерполирования таблично заданной функции. Построить график кривой намагничивания $B(H)$.

3. Сформировать нелинейную каскадную $E-H$ -схему замещения из пяти расчетных слоев. Толщины расчетных слоев выбирать так, чтобы на глубине проникновения укладывалось не менее двух расчетных слоев. Для одного расчетного слоя построить зависимости модуля и фазы комплексных сопротивлений в функции магнитной напряженности.

4. Для каскадной E - H -схемы замещения составить и рассчитать нелинейную систему уравнений Кирхгофа. Построить кривые $E(z)$, $H(z)$, $B(z)$, $\mu(z)$ (в задаче 3.5 – $E(r)$, $H(r)$, $B(r)$, $\mu(r)$).

5. С помощью теоремы Пойнтинга рассчитать комплексную мощность, выделяющуюся в проводнике, и внутреннее комплексное сопротивление проводника на единицу его длины.

6. Сформировать каскадную E - H -схему и рассчитать электромагнитное поле одной фазы трехфазного двенадцатипроводного токоподвода. Данные взять из табл. 3. Построить кривые $E(z)$, $B(z)$. С помощью теоремы Пойнтинга рассчитать полное комплексное сопротивление фазы.

Таблица 3

**ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ
ДЛЯ РАСЧЕТА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ**

Номер варианта	Задача	Сталь	f , Гц	γ , МСм	a , мм	b , мм	d , мм	I , кА	Φ , мкВб
1	3.2	Ст.20	100	5.8	3.5	50	20	2.5	-
2	3.3	Ст.30	200	5.5	10	200	30	3.0	500
3	3.4	Ст.10	50	7.5	12	120	25	5.0	-
4	3.3	Ст.30	300	5.5	15	200	35	4.0	200
5	3.4	Ст.10	50	7.5	10	300	50	3.0	-
6	3.5	Ст.20	50	5.8	5	100	40	3.0	-
7	3.3	Ст.10	50	7.5	8	100	20	5.0	500
8	3.2	Ст.20	50	5.8	10	200	25	3.0	-
9	3.4	Ст.30	50	5.5	10	100	20	6.0	-
10	3.5	Ст.10	100	7.5	15	100	40	3.0	-
11	3.3	Ст.30	100	5.5	5	500	50	3.0	300
12	3.4	Ст.20	50	5.8	5	80	25	5.0	-
13	3.2	Ст.30	50	5.5	4	100	20	3.5	-
14	3.5	Ст.20	50	5.8	15	200	40	5.0	-
15	3.3	Ст.10	100	7.5	12	250	50	5.0	200
16	3.4	Ст.20	100	5.8	4	50	20	3.0	-
17	3.2	Ст.30	50	5.5	5	80	20	3.0	-
18	3.3	Ст.10	500	7.5	6	120	20	5.0	300
19	3.5	Ст.10	400	7.5	10	100	50	2.5	-
20	3.2	Ст.30	50	5.5	10	200	50	2.5	-
21	3.4	Ст.20	50	5.8	5	200	20	3.5	-
22	3.5	Ст.20	50	5.8	5	100	20	3.0	-
23	3.4	Ст.10	50	7.5	5	60	40	5.0	-
24	3.3	Ст.30	200	5.5	10	200	40	4.5	400
25	3.5	Ст.20	300	5.8	12	250	40	4.5	-
26	3.2	Ст.10	100	7.5	8	100	30	3.6	-
27	3.4	Ст.30	100	5.5	3	100	10	7.5	-
28	3.5	Ст.10	50	7.5	12	100	20	6.0	-
29	3.3	Ст.30	50	5.5	5	100	20	4.0	300
30	3.4	Ст.20	100	5.8	4	100	20	5.0	-

ЗАДАНИЕ К РАСЧЕТУ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ

1. Для заданного варианта из табл. 4 выбрать тип задачи (задача 6.2 – расчет нестационарного температурного поля в неограниченной пластине; задача 7.2 – расчет нестационарного температурного поля в проводнике круглого сечения).

2. Сформировать зависимости от температуры теплопроводности и коэффициента теплоотдачи. Построить графики этих зависимостей.

3. Сформировать нелинейную каскадную T - Q -схему замещения из трех расчетных слоев. Толщина внешнего расчетного слоя, содержащего источник тепла с удельной мощностью q_v , равна глубине проникновения.

4. Для каскадной T - Q -схемы замещения составить и рассчитать систему дифференциальных уравнений.

5. Построить кривые нагрева – временные зависимости температуры на границах расчетных слоев.

Таблица 4

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ РАСЧЕТА ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ

Номер варианта	Задача	Сталь	$\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$C_p, \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$	$a, \text{мм}$	$\Delta, \text{мм}$	$\tau_k, \text{с}$	$q_v, \frac{\text{МВт}}{\text{м}^3}$
1	6.2	Ст.20	7500	420	35	3	2400	10
2	6.2	X25	7650	461	20	2	1200	20
3	7.2	X25H20	7700	540	25	17	2400	4
4	6.2	X25	7650	461	25	5	360	20
5	7.2	X25H20	7700	540	40	17	2400	5
6	6.2	Ст.20	7500	420	50	3	1800	20
7	7.2	X25H20	7700	540	70	17	2400	5
8	6.2	Ст.20	7500	420	60	2	600	50
9	7.2	X25H20	7700	540	40	10	300	20
10	6.2	Ст.20	7500	420	35	2	1800	25
11	7.2	X25	7650	461	45	5	900	15
12	6.2	X25H20	7700	540	45	10	360	18
13	6.2	Ст.20	7500	420	40	3	1800	20
14	7.2	X25	7650	461	25	3	1200	20
15	6.2	X25H20	7700	540	16	10	360	15
16	7.2	Ст.20	7500	420	40	2	1800	25
17	6.2	X25H20	7700	540	50	17	360	20
18	7.2	Ст.20	7500	420	60	5	900	15
19	6.2	Ст.20	7500	420	80	5	900	20
20	7.2	X25	7650	461	50	3	2400	20
21	7.2	X25H20	7700	540	70	17	600	20
22	7.2	X25H20	7700	540	35	17	360	20
23	6.2	X25	7650	461	35	3	2400	20
24	7.2	Ст.20	7500	420	70	3	600	40
25	7.2	Ст.20	7500	420	45	5	1800	15
26	6.2	X25H20	7700	540	80	10	900	20
27	7.2	Ст.20	7500	420	30	3	1800	20
28	6.2	Ст.20	7500	420	25	5	1800	12
29	6.2	X25	7650	461	50	5	2400	10
30	7.2	X25H20	7700	540	40	17	2400	10