

Направление подготовки 13.04.02 - «Электроэнергетика и электротехника»  
Магистерская программа: «Методы исследования и моделирования процессов в  
электромеханических преобразователях энергии»  
Изменение и дополнения к РПД - Б1.В.ОД.1  
«Универсальный метод расчета полей и процессов в электромеханике»



Приложение 3.РПД Б1.В.ОД.1

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
в г. Смоленске**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Зам. директора  
филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»  
в г. Смоленске  
по учебно-методической работе  
**В.В. Рожков**  
2016 г.

**Изменения и дополнения к  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ  
УНИВЕРСАЛЬНЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА ПОЛЕЙ И ПРОЦЕССОВ  
В ЭЛЕКТРОМЕХАНИКЕ**

---

**Направление подготовки: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника**

**Профиль подготовки (магистерская программа): Методы исследования и моделирования процессов в электромеханических преобразователях энергии**

**Уровень высшего образования: магистратура**

**Нормативный срок обучения: 2 года**

**Форма обучения: очная**

**Шифр дисциплины по учебному плану 2016/2017 уч. года: Б1.В.ОД.3**

Смоленск – 2016 г.

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

По тексту исходной РПД.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к вариативной части дисциплин по выбору Б1.В.ОД.3 студента цикла Б1 образовательной программы подготовки магистров по магистерской программе «Методы исследования и моделирования процессов в электромеханических преобразователях энергии», направления «Электроэнергетика и электротехника».

В соответствии с учебным планом по направлению «Электроэнергетика и электротехника» дисциплина «Универсальный метод расчета полей и процессов в электромеханике» базируется на следующих дисциплинах:

Б1.В.ОД.1 «Микромашины и специальные электрические машины»

Знания, умения и навыки, полученные студентами в процессе изучения дисциплины, являются базой для изучения следующих дисциплин:

Б1.В.ДВ.1.1 «Технические средства автоматизации технологических процессов»

Б1.В.ДВ.1.2 «Современные технологии в электромашиностроении»

Б1.Б.6 «Методология научного творчества»

Б1.В.ДВ.3.1 «Управление и регулирование в электромеханике»

Б1.В.ДВ.3.2 «Системы регулирования электромеханических преобразователей»

Б2.П.1 «Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности»

Б2.П.2 «Преддипломная практика»

## 3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

### Аудиторная работа

Цикл:	Б1	Семестр
Часть цикла:	вариативная	
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.В.ОД.3	
Часов (всего) по учебному плану:	180	1 семестр
Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	5	1 семестр
Лекции (ЗЕТ, часов)	1, 36	1 семестр
Практические занятия (ЗЕТ, часов)	0,5, 18	1 семестр
Лабораторные работы (ЗЕТ, часов)	0,5, 18	1 семестр
Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего)	2, 72	1 семестр
Экзамен (ЗЕТ, часов)	1, 36	1 семестр

### Самостоятельная работа студентов

Вид работ	Трудоёмкость, ЗЕТ, час
Изучение материалов лекций (лк)	0.25, 9
Подготовка к практическим занятиям (пз)	0.5, 18
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы (лаб)	0.5, 18
Выполнение расчетно-графической работы (реферата)	0.5, 18
Выполнение курсового проекта (работы)	-
Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС)	0.25, 9
Подготовка к контрольным работам	-
Подготовка к тестированию	-
Подготовка к зачету	-
Всего:	2, 72
Подготовка к экзамену	1, 36

### 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ п/п	Темы дисциплины	Всего часов на тему	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и трудоёмкость (в часах)				
			лк	пр	лаб	СРС	в т.ч. интеракт.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Тема 1. Цели и задачи исследований процессов в электромеханике. Классификация методов.	12	4	2	2	4	4
2	Тема 2. Методы моделирования электромагнитного поля.	14	6	2	2	4	6
3	Тема 3. Схемы замещения магнитного пространства электрической машины.	34	10	4	4	16	10
4	Тема 4. Концепция формирования электромагнитной схемы замещения электромеханического преобразователя.	32	6	4	4	18	6
5	Тема 5. Общая система уравнений для описания магнитного состояния и электрических процессов электромеханических преобразователей.	32	6	4	4	18	6
6	Тема 6. Программные продукты для моделирования электромагнитных полей	16	4	2	2	8	4
7	Дополнительная тема на СРС. Электромагнитные поля в электрических машинах.	4				4	
<b>всего 180 часов по видам учебных занятий (включая 36 часов на подготовку к экзамену)</b>			<b>36</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>72</b>	<b>36</b>

## Содержание по видам учебных занятий

### **Тема 1. Цели и задачи исследований процессов в электромеханике. Классификация методов.**

**Лекция 1.** Объекты исследования в электромеханике. Процессы в электромеханических преобразователях энергии. Цели и задачи исследований процессов. Основные методы расчета электромагнитных полей.

**Лекция 2.** Предпосылки создания метода. Теоретическая основа универсального численного метода моделирования ЭМ. Этапы расчета. Допущения. Область расчёта. Расчет схемы замещения магнитной цепи.

**Лабораторная работа 1.** Магнитное поле магнитопровода с односторонней зубчатостью (.

**Практическое занятие 1.** Методы моделирования электромеханических систем. Формулировка задачи расчёта полей и процессов (объект исследования, допущения, точность).

**Самостоятельная работа 1.** Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы № 1 (изучение методических указаний, предварительная проработка технологического цикла). Подготовка к практическим занятиям № 1 - (2 часа) (всего к теме №1 – 4 часа).

**Текущий контроль** – устный опрос при проведении допуска к лабораторным работам, защита лабораторных работ.

### **Тема 2. Методы моделирования электромагнитного поля.**

**Лекция 3.** Классификация методов расчета полей.

**Лекция 4.** Теоретические методы расчета. Практические методы расчета.

**Лекция 5.** Численные методы. Полевые методы.

**Лабораторная работа 2.** Исследование магнитного поля в гладком зазоре.

**Практическое занятие 2.** Методы и алгоритмы расчета магнитной цепи.

**Самостоятельная работа 2.** Подготовка к выполнению и защите лабораторной работе № 2 (изучение методических указаний, предварительная проработка технологического цикла) (4 часа). Подготовка к практическим занятиям № 2 - (4 часа) (всего к теме № 2 – 8 часов).

**Текущий контроль** – устный опрос при проведении допуска к лабораторным работам, защите лабораторных работ.

### **Тема 3. Схемы замещения магнитного пространства электрической машины.**

**Лекция 6.** Концепция формирования дискретизированной схемы замещения магнитного пространства ЭМ. Формирования схемы замещения.

**Лекция 7.** Участки разбиения. Расчёт магнитных проводимостей.

**Лекция 8.** Схема замещения. Элементы магнитной схемы замещения.

**Лекция 9.** Нелинейные проводимости зазора. Проводимости ферромагнитных участков ярма статора. Проводимость зубцов статора, потоков пазового рассеяния.

**Лекция 10.** Проводимость ярма ротора, межполюсное рассеяние. Коронки зубцов, полюс ротора, края полюсного наконечника.

**Лабораторная работа 3.** Исследование магнитного поля в гладком зазоре.

**Лабораторная работа 4.** Исследование магнитных систем трансформатора.

**Практическое занятие 3.** Расчет магнитной цепи в линейном приближении.

**Практическое занятие 4.** Схема магнитной цепи электромеханического преобразователя энергии.

**Самостоятельная работа 3.** Подготовка к выполнению и защите лабораторной работе № 3-4 (изучение методических указаний, предварительная проработка технологического цикла) (4 часа). Подготовка к практическим занятиям № 3 - 4 (4 часа). Подготовка к лекции №6-10 (4 часа). Выполнение РГР(4 часа) (всего к теме №3 – 16 часов).

**Текущий контроль** – устный опрос при проведении допуска к лабораторным работам, защита лабораторных работ, устный опрос по теме при подготовке к практическому занятию, устный опрос по теме пройденному лекционному материалу.

#### **Тема 4. Концепция формирования электромагнитной схемы замещения электромеханического преобразователя.**

**Лекция 11.** Выбор метода расчета магнитной цепи. Классификация методов расчета полей. Практические методы расчета. Теоретические методы расчета. Полевые методы расчета.

**Лекция 12.** Электромагнитная схема замещения электромеханического преобразователя. Проблемы моделирования.

**Лекция 13.** Схемы обмотки. Расположение источников МДС в магнитной схеме замещения от магнитных оболочек. Матрица перехода от ветвей электрической цепи к ветвям магнитной цепи.

**Лабораторная работа 5.** Исследование магнитных систем трансформатора.

**Лабораторная работа 6.** Исследование электрической машины с постоянными магнитами.

**Практическое занятие 5.** Формирование матрицы проводимости магнитной цепи.

**Практическое занятие 6.** Матричные преобразования токов пазов в токи зубцовых контуров.

**Самостоятельная работа 4.** Подготовка к выполнению и защите лабораторной работе № 5-6 (изучение методических указаний, предварительная проработка технологического цикла) (4 часа). Подготовка к практическим занятиям № 5 - 6 (4 часа) Подготовка к лекции № 11-13 (2 часа) Выполнение РГР(8 часов) (всего к теме №4 – 18 часов).

**Текущий контроль** – устный опрос при проведении допуска к лабораторным работам, защита лабораторных работ, устный опрос по теме при подготовке к практическому занятию, устный опрос по теме пройденному лекционному материалу.

#### **Тема 5. Общая система уравнений для описания магнитного состояния и электрических процессов электромеханических преобразователей.**

**Лекция 14.** Топологические методы расчета. Узловые уравнения.

**Лекция 15.** Уравнения механического равновесия. Электромагнитный момент.

**Лекция 16.** Общая система уравнений для описания магнитного состояния и электрических процессов.

**Лабораторная работа 7.** Исследование электрической машины с постоянными магнитами.

**Лабораторная работа 8.** Исследование магнитного подвеса.

**Практическое занятие 7.** Расчет потоков зубцов и ветвей.

**Практическое занятие 8.** Определение потокосцеплений ветвей электрической цепи.

**Самостоятельная работа 5.** Подготовка к выполнению и защите лабораторной работе № 7-8 (изучение методических указаний, предварительная проработка технологического цикла) (4 часа). Подготовка к практическим занятиям № 7 - 8 (4 часа) Выполнение РГР, подготовка к защите РГР (10 часов) (всего к теме №5 – 18 часов).

**Текущий контроль** – устный опрос при проведении допуска к лабораторным работам, защита лабораторных работ, устный опрос по теме при подготовке к практическому занятию, защита РГР.

#### **Тема 6. Программные продукты для моделирования электромагнитных полей.**

**Лекция 17.** Современные методы моделирования электромагнитного поля. Программа на основе универсального метода расчёта полей и процессов.

**Лекция 18.** Инженерные системы моделирования двумерных физических полей. Программные комплексы. Программные продукты для моделирования электромагнитных полей.

**Лабораторная работа 9.** Исследование магнитного подвеса (2 часа).

**Практическое занятие 9.** Расчет движения электромеханических систем (2 часа).

**Самостоятельная работа 6.** Подготовка к выполнению и защите лабораторной работе № 9 (изучение методических указаний, предварительная проработка технологического цикла) (4 часа). Подготовка к практическим занятиям № 9 - (4 часа) (всего к теме №6 – 8 часов).

**Текущий контроль** – устный опрос при проведении допуска к лабораторным работам, защита лабораторных работ, устный опрос по теме при подготовке к практическому занятию.

**Дополнительная тема на СРС.**

Электромагнитные поля в электрических машинах.

**Самостоятельная работа 7.** Самостоятельное изучение указанной темы (4 часа).

**Текущий контроль** – устный опрос по дополнительной теме СРС.

Лабораторные работы (в количестве 18 часов) проводятся в интерактивной форме.

На практических занятиях (18 часов) используется бригадный метод выполнения задания с разграничением функциональных обязанностей студента при выполнении задания по моделированию – анализ исходных данных, проработка схемы построения модели, выбор технологии моделирования, расчет параметров, возможная оптимизация. Затем усилия объединяются, и организуется активный диалог студентов с преподавателем и между собой для подведения итогов решения задания и практической реализации модели).

**Промежуточная аттестация по дисциплине: экзамен**

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом. Экзамен проводится в соответствии с Положением о зачетной и экзаменационной сессиях в НИУ МЭИ и инструктивным письмом от 14.05.2012 г. № И-23.

**5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Для обеспечения самостоятельной работы разработаны:  
демонстрационные слайды лекций по дисциплине,  
методические указания по самостоятельной работе при подготовке к лабораторным работам (см. Приложение к РПД), методические указания по самостоятельной работе при подготовке РГР (см. Приложение к РПД).

**6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

*По тексту исходной РПД.*

**7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

**а) основная литература**

1. Энергоэффективность работы электродвигателей и трансформаторов при конструктивных и режимных вариациях: учебное пособие для вузов [электронный ресурс]/ Казаков Ю.Б. — М.: Издательский дом МЭИ, 2013. — 152 с. Режим доступа: <http://nelbook.ru/default.asp?book=206>.

**б) дополнительная литература**

1. Денисов В.Н., Курилин С.П. Матричное моделирование электромагнитных и энергетических процессов в электрических машинах [Текст]. – Смоленск: РИО филиала МЭИ в г. Смоленске, 2011. – 139 с.

2. Баловнев Д.И. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Универсальный метод расчета полей и процессов в электромеханических преобразователях энергии» [Текст] – Смоленск: РИО филиала МЭИ в г. Смоленске, 2011. – 32 с.
3. Баловнев Д.И. Методические указания к расчетному заданию по курсу «Универсальный метод расчета полей и процессов в электромеханических преобразователях энергии» [Текст] – Смоленск: филиал ГОУВПО «МЭИ(ТУ)» в г. Смоленске, 2008. – 16 с.

Далее по тексту исходной РПД.

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина предусматривает лекции один раз в неделю, практические занятия, лабораторные работы один раз в две недели. Изучение курса завершается экзаменом.

Успешное изучение курса требует посещения лекций, активной работы на практических занятиях и лабораторных работах, выполнения всех учебных заданий преподавателя, выполнение РГР, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Во время **лекции** студент должен вести краткий конспект.

Работа с конспектом лекций предполагает просмотр конспекта в тот же день после занятий. При этом необходимо пометить материалы конспекта, которые вызывают затруднения для понимания. При этом обучающийся должен стараться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если ему самостоятельно не удалось разобраться в материале, необходимо сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Обучающемуся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

**Практические (семинарские) занятия** составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Основная цель проведения практических (семинарских) занятий - формирование у студентов аналитического, творческого мышления путем приобретения практических навыков.

Методические указания к практическим (семинарским) занятиям по дисциплине наряду с рабочей программой и графиком учебного процесса относятся к методическим документам, определяющим уровень организации и качества образовательного процесса.

Содержание практических (семинарских) занятий фиксируется в РПД в разделе 4 настоящей программы.

Важнейшей составляющей любой формы практических занятий являются упражнения (задания). Основа в упражнении - пример, который разбирается с позиций теории, развитой в лекции. Как правило, основное внимание уделяется формированию конкретных умений, навыков, что и определяет содержание деятельности студентов - решение задач, графические работы, уточнение категорий и понятий науки, являющихся предпосылкой правильного мышления и речи.

Практические (семинарские) занятия выполняют следующие задачи:

стимулируют регулярное изучение рекомендуемой литературы, а также внимательное отношение к лекционному курсу;

закрепляют знания, полученные в процессе лекционного обучения и самостоятельной работы над литературой;

расширяют объем профессионально значимых знаний, умений, навыков;

позволяют проверить правильность ранее полученных знаний;

прививают навыки самостоятельного мышления, устного выступления;

способствуют свободному оперированию терминологией;

предоставляют преподавателю возможность систематически контролировать уровень самостоятельной работы студентов.

При подготовке к **практическим занятиям** необходимо просмотреть конспекты лекций и методические указания, рекомендованную литературу по данной теме; подготовиться к ответу на контрольные вопросы.

В ходе выполнения индивидуального задания практического занятия студент готовит отчет о работе (в программе *MS Word* или любом другом текстовом редакторе). В отчет заносятся результаты выполнения каждого пункта задания (схемы, диаграммы (графики), таблицы, расчеты, ответы на вопросы пунктов задания, выводы и т.п.). Примерный образец оформления отчета имеется у преподавателя.

За 10 мин до окончания занятия преподаватель проверяет объем выполненной на занятии работы и отмечает результат в рабочем журнале.

Оставшиеся невыполненными пункты задания практического занятия студент обязан доделать самостоятельно.

После проверки отчета преподаватель может проводить устный или письменный опрос студентов для контроля усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия (студенты должны знать смысл полученных ими результатов и ответы на контрольные вопросы). По результатам проверки отчета и опроса выставляется оценка за практическое занятие.

**Лабораторные работы** составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Они направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений.

Выполнение студентами лабораторных работ направлено на:

обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин;

формирование необходимых профессиональных умений и навыков;

Дисциплины, по которым планируются лабораторные работы и их объемы, определяются рабочими учебными планами.

Методические указания по проведению лабораторных работ разрабатываются на срок действия РПД (ПП) и включают:

заглавие, в котором указывается вид работы (лабораторная), ее порядковый номер, объем в часах и наименование;

цель работы;

предмет и содержание работы;

оборудование, технические средства, инструмент;

порядок (последовательность) выполнения работы;

правила техники безопасности и охраны труда по данной работе (по необходимости);

общие правила к оформлению работы (по необходимости);

контрольные вопросы и задания;

список литературы (по необходимости).

Содержание лабораторных работ фиксируется в РПД в разделе 4 настоящей программы.

При планировании лабораторных работ следует учитывать, что наряду с ведущей целью - подтверждением теоретических положений - в ходе выполнения заданий у студентов формируются практические умения и навыки обращения с лабораторным оборудованием, аппаратурой и пр., которые могут составлять часть профессиональной практической подготовки, а также исследовательские умения (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты).

Состав заданий для лабораторной работы должен быть спланирован с таким расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть качественно выполнены большинством студентов.

Необходимыми структурными элементами лабораторной работы, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также организация обсуждения итогов выполнения лабораторной работы.



Выполнению лабораторных работ предшествует проверка знаний студентов – их теоретической готовности к выполнению задания.

Порядок проведения лабораторных работ в целом совпадает с порядком проведения практических занятий. Помимо собственно выполнения работы для каждой лабораторной работы предусмотрена процедура защиты, в ходе которой преподаватель проводит устный или письменный опрос студентов для контроля понимания выполненных ими измерений, правильной интерпретации полученных результатов и усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия.

При подготовке к **экзамену** в дополнение к изучению конспектов лекций, учебных пособий и слайдов, необходимо пользоваться учебной литературой, рекомендованной к настоящей программе. При подготовке к экзамену нужно изучить теорию: определения всех понятий и подходы к оцениванию до состояния понимания материала и самостоятельно решить по нескольку типовых задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо уметь качественно интерпретировать итог решения.

Выполнение **расчетно-графической работы** проводится самостоятельно по методическим указаниям. РГР оформляется в виде отчёта. Цели выполнения РГР включают: систематизацию и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений по дисциплине; углубление теоретических знаний в соответствии с заданной темой; формирование умений применять теоретические знания при решении поставленных вопросов; формирование умений использовать справочную литературу и нормативную документацию; развитие творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности; подготовка к экзамену.

**Самостоятельная работа студентов (СРС)** по дисциплине играет важную роль в ходе всего учебного процесса. Методические материалы и рекомендации для обеспечения СРС готовятся преподавателем и выдаются студенту.

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

*По тексту исходной РПД.*

#### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

*По тексту исходной РПД.*

Автор  
канд. техн. наук, доцент

Зав. кафедрой  
канд. техн. наук, доцент

Д.И. Баловнев

В.В. Рожков

Изменения и дополнения в РПД приняты на заседании кафедры ЭМС от 07.09.2016 года, протокол № 1.